

50639

5063

MATEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESÍTŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI FRÖHLICH IZIDOR OSZTÁLYTITKÁR.

XLIV. KÖTET.

NÉGY TÁBLÁVAL

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON I. FRÖHLICH KLASSENSEKRETÄR.

BAND XLIV.

MIT VIER TAFELN

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1927.

K₃
50639



K₃

MATEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESÍTŐ.

A M. TUD. AKADEMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI FRÖHLICH IZIDOR OSZTÁLYTITKÁR.

XLIV. KÖTET.

NÉGY TÁBLÁVAL

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON I. FRÖHLICH KLASSENSEKRETÄR.

BAND XLIV.

MIT VIER TAFELN

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

1927.

TARTALOMJEGYZÉK A XLIV. KÖTETHEZ.

INHALTSVERZEICHNIS ZUM XLIV. BAND.

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
ABRAHÁM AMBRUS: A gyfktüdő idegvégződéseai	613—631
— Nervenendigungen der Eidechsenlunge	632
BAY ZOLTÁN: Az átlátszó közegek magnetooptikájának molekuláris elméletéhez	268—285
— Zur Magnetooptik durchsichtiger Medien vom molekulartheoretischen Standpunkte	286
BOKOR REZSŐ és FEHÉR DÁNIEL: A magvak hőellenállásáról	340—355
— Researches about the Heat-Resistance of Seeds	356—357
CHOLNOKY JENŐ: Bécs földrajzi helyzete	181—196
— Wiens geografische Lage	197—198
CHOLNOKY LÁSZLÓ és ZECHMEISTER LÁSZLÓ: Vizsgálatok a paprika festékéről	404—417
— Untersuchungen über den Paprika-Farbstoff	418—419
CSÁSZÁR ELEMÉR: Periodikus rendszerek adiabatikus invariánsai	557—575
— Adiabatische Invarianten periodischer Systeme	576
DARÁNYI GYULA: Vizsgálatok a bakteriumspora-képződés törvényszerűségéről	287—294
— Conditions for Sportulation	295
FEHÉR DÁNIEL: Vizsgálatok az erdő széndioxid táplálkozásáról	321—326
— Untersuchungen über die Kohlenstoff-Ernährung des Waldes	327—329
FEHÉR DÁNIEL: Vizsgálatok a fenyőfák terméseinek a lehullásáról	330—336
— Untersuchungen über den Abfall der Früchte einiger Nadelhölzer	337—339
FEHÉR DÁNIEL és BOKOR REZSŐ: A magvak hőellenállásáról	340—355
— Researches about the Heat-Resistance of Seeds	356—357
GELEI JÓZSEF: Adatok a sejt biológiájához	577—609
— Beiträge zur Biologie der Zelle	610—612
DI GLÉRIA JÁNOS és 'SIGMOND ELEK: Az abszorpciós komplexum telítettségének mértékéről	535—542
— Über den Sättigungsgrad des Asorptions-Komplexes	543

	<i>Lap Seite</i>
GREGUSS PÁL: A kétlaki és az egylaki növények virágporszeme	378—390
— Die Pollen der Diöcischen und Monöcischen Pflanzen	391—394
GRÓH GYULA: Az ólom és a bismut oldódássebességéről és abszolút elektrolytos oldási tenziójáról	544—554
— Auflösungsgeschwindigkeit und elektrolytische Lösungstension des Bleies und des Wismuts	555—556
GYÖRFFY ISTVÁN: A Magas Tátra zöldszínű haváról	2—27
— Über den grünen Schnee der Hohen Tatra	28—33
KLUG LIPÓT: Éleivel gömböt érintő tetraéder	477—494
— Über ein Tetraeder, dessen Kanten eine Kugel berühren	495
KONEK FRIGYES: A spektrum főbb színeinek előállítása azofestékek alakjában	255—258
— Darstellung der Hauptfarben des Spektrums in Gestalt von Azofarben	259
KONEK FRIGYES: Újabb átmenet a naphthalinból az isochinolin sorozatra	260—261
— Neuer Beitrag zum Übergang von Naphtalin in Isochinolin	262
KONEK FRIGYES: Létezik-e a selen-sav-anhydrid, a selentrioxyd?	263—265
— Zur Frage der Existenz des Selentrioxides	266
MAUTHNER NÁNDOR: Egy új gallacetophenon szintézise	199—205
— Die Synthese eines neuen Gallacetophenons	206—207
MAUTHNER NÁNDOR: Egy új resacetophenon szintézise	208—212
— Die Synthese eines neuen Resacetophenons	213—214
MAUTHNER NÁNDOR: Egy új resorcylaldehyd szintézise	215—221
— Die Synthese eines neuen Resorcylaldehyds	222—223
MAUTHNER NÁNDOR: Az acetopiperon egy új szintézise	224—228
— Über eine neue Synthese des Acetopiperons	229
Szőkefalvi NAGY GYULA: Olyan görbékről, melyeknek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitásuk nincsen	420—432
— Über die ebenen Kurven, die ausser Spitzen erster Art keine anderen Singularitäten haben	433
Szőkefalvi NAGY GYULA: Maximális osztályindexű síkgörbék meteteiről	434—444
— Über die Züge der ebenen Kurven von Maximalindex	445
Szőkefalvi NAGY GYULA: Maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról	446—457
— Über die Ordnung der ebenen Kurven von Maximalindex	458—459
Szőkefalvi NAGY GYULA: Egy menetből álló, maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról	460—474
— Über die Ordnung der einzügigen Kurven von Maximal-Klassen index	475—476
RÉDEI LÁSZLÓ: Másodfokú képzetes számtest osztályszámáról	230—245
— Über die Klassenzahl des imaginären quadratischen Zahlkörpers	246

	<i>Lap Seite</i>
SCHAFER KÁROLY: A gliomás agydaganatok osztályozása.....	395—401
— Zur Einteilung der gliomatösen Hirngeschwülsten	402—403
'SIGMOND ELEK: A talajkilúgzás kémiai ismérvei	510—524
— Über die chemischen Merkmale der Boden-Auslaugung	525—526
'SIGMOND ELEK, TELEGGDI-KOVÁCS LÁSZLÓ és ZUCKER FERENC: Az abszorpciós-komplexum talaj-bakteriológiai szerepéről	527—533
— Über die Boden-bakteriologische Rolle des Absorptions- komplexes	534
'SIGMOND ELEK és di GLÉRIA JÁNOS: Az abszorpciós komplexum telítettségének mértékéről	535—542
— Über den Sättigungsgrad des Absorptions-Komplexes	543
SZÉLL KÁLMÁN: Nem merev molekulájú, kétatomú gázok abszo- lut entropiája	159—179
— Über die absolute Entropie der zweiatomigen Gase von nicht starren Molekülen	180
Ifj. Ladoméri SZMERTNIK ISTVÁN: A folyadék és a gőze között fellépő folytonos átmenet és a fényvisszaverődés ellipticitási együtthatója	633—651
— Der kontinuierliche Übergang zwischen Flüssigkeit und Dampf, und der Elliptizitäts-koeffizient der Lichtreflexion	652
TELEGDI-KOVÁCS LÁSZLÓ, 'SIGMOND ELEK és ZUCKER FERENC: Az abszorpciós-komplexum talaj-bakteriológiai szerepéről	527—533
— Über die Boden-bakteriologische Rolle des Absorptions-Kom- plexes	534
TIHANYI MIKLÓS: Nemlényeges diszkrimináns-osztók körösztási számtestekben	502—508
— Die unwesentlichen Diskriminanten-teiler in den Kreiskörpern	509
TOKODY LÁSZLÓ: A rutil szerkezete	247—253
— Die Struktur des Rutils	254
TOKODY LÁSZLÓ: Magyarországi stefanitok	296—317
— Über ungarische Stefanite	318—320
VENDI MIKLÓS: Adatok az egyoptikai tengelyű ásványok vékony- csiszolatban való orientációjának s a vékony csiszolat vastag- ságának közelítő meghatározásához	496—500
— Daten zur annähernden Bestimmung der Orientierung und Dicken optisch einachsiger Mineralien in Dünnschliffen	501
ZECHMEISTER LÁSZLÓ és CHOLNOKY LÁSZLÓ: Vizsgálatok a paprika festékéről	404—417
— Untersuchungen über den Paprika-Farbstoff	418—419
ZEMLEN GÉZA: Redukáló diszacharidok lebontása II. A cellobióz szerkezete	34—47
— Abbau der reduzierenden Biosen. II. Konstitution der Cello- biose	48

	<i>Lap Seite</i>
ZEMPLÉN GÉZA: Redukáló diszacharidok lebontása. III. A turanóz és a melecitóz szerkesztének megállapítása	49—70
— Abbau der reduzierenden Biosen. III. Konstitutionsermittlung der Turanose und der Melezitose	71
ZEMPLÉN GÉZA: Redukáló diszacharidok lebontása. IV. A tejcukor szerkesztének közvetlen bizonyítása	72—87
— Abbau der reduzierenden Biosen. IV. Konstitutions-Ermittlung des Milchzuckers	88
ZEMPLÉN GÉZA: Redukáló diszacharidok lebontása. V. A melibióz és a raffinóz szerkesztésének irányítása	89—104
— Abbau der reduzierenden Biosen V. Konstitutions-Ermittlung der Melibiose und der Raffinose	105
ZEMPLÉN GÉZA: A glükonsav szabad, kristályos nitriljéről	106—112
— Über das freie krystallisierte Nitril der Glykonsäure	113
ZEMPLÉN GÉZA: A szőlőcukor és a glükoheptóz lebontása	114—133
— Abbau der d-Glykose und der d-Glykoheptose	134
ZEMPLÉN GÉZA: A tejcukor lebontásánál keletkező d-Galakto-d-arabinózzról	135—139
— Über die durch Abbau des Milchzuckers gewonnene d-Galakto-d-Arabinose	140
ZEMPLÉN GÉZA: A maltóz szerkezete	141—157
— Konstitutions-Ermittlung der Maltose	158
ZIMMERMANN ÁGOSTON: A bordatartó izmok összehasonlító anatómiájához	358—375
— Zur vergleichenden Anatomie der Rippenhalter	376—377
ZUCKER FERENC, 'SIGMOND ELEK és TELEGDY-KOVÁCS LÁSZLÓ: Az abszorpciós-komplexum talaj-bakteriológiai szerepéről	527—533
— Über die Boden-bakteriologische Rolle des Absorptions-Komplexes	534

A

LENGYELEK

LÁNGLELKŰ NAGY FIA:

bold. Dr TYTUS CHAŁUBIŃSKI

*az 1848 9-es magyar szabadságharc idején hozzánk önként beálló
és a magyar seregnél nehéz orvosi szolgálatot teljesítő,
leveretésünkig mellettünk kitartó magyarbarát
kiváló csúcsmászó*

EMLÉKE

előtt

*„Enumeratio muscorum frondosorum Tatrensium“
című*

nagyértékű műve megjelenésének XL. évfordulóján

mélységes hódolattal hajt főt

A TÁTRAIMÁDÓ

SZERZŐ

A MAGAS-TÁTRA ZÖLDSZÍNŰ HAVÁRÓL.
(DE NIVE VIRIDI IN MONTIBUS MAGAS-TÁTRA ANNO 1926
LECTA.)

(5 szöveggközi ábrával és 2 táblával.)

GYÖRFFY ISTVÁN-tól (Szeged).

Tartalom.

Bevezető.

- I. *A Tátra színes havának irodalma és adatai* 1. BUCHHOLTZ JAKAB (Késmárk) 1752. — 2. CZIRBESZ J. A. (Igló) 1772. — 3. Dr. TYTUS CHAŁUBIŃSKI (Warszawa) (1876, 1877). — 4. Dr. JOZEF ROSTAFIŃSKI (Kraków) (1880). — 5. GRÓSZ ALFRÉD (Késmárk) (1911, 1914 előtt (in litt)). — 6. Dr. MARJAN & STANISŁAW & ADAM SOKOŁOWSKI (Kraków) 1923, 1924 (in litt). — 7. GYÖRFFY I. (1926). (3–9. old.)
- II. *Zöld hó előfordulása és ritkasága másutt.* (9–12. old.)
- III. *Vagy-on-e a Magas-Tátrában örökös hómező?* (12–16. old.)
- IV. *A Bélai mészharasok oldalán (dolina Kepy) találtzöld hóról.* (16–23. old.)
- V. *Ankistrodesmus Tatrar Kol n. sp. Tab. I. Auctrice Dre ELIZABETHA KOL* (23–25. old.)
- VI. *Befejező* (25–27. old.)

Bevezető.

Csúcsmászó általában is nem sok van, de alpinista botanikus még kevesebb. Ezen okon fordul meg a Magas-Tátra egyik rejtélye...

A Magas-Tátra területe sok tudományos meglepetést nyújtott már eddigelé is. Nemcsak völgyei, csúcsai, de természeti tárgyainak páratlan gazdagsága sokakat örök rabjává tett....

Kerek 22 éve járom a Tátrát, gyűjtöm kincseit, s mondhatom, szinte évente rejteget és fed fel az ott kutatónak újdonságokat.

Jelenben a Tátra egyik misztikus kérdéséről értekezem, amelyet a Mohácsi vész szomorú 400. forduló éve fedett fel előttem.

1926 aug. 30-án búcsúzóul a *Bélai mészhavasok* északi oldalára vitt utam Weidau-Kopa hágó — Széles mező (Breites Feld)-n át a szépséges, de kevésbé látogatott *dolína Kepy*-be. A festői szép Lasztowicza, a hatalmas Glosna skala és Opalona Tournia vad környezetében egyik lavina-járta sziklatatlanba lemászva, szememnek alig híve, zöld hófoltokat láttam s jegyzőkönyvembe több adatot is feljegyeztem. Mivel késő délután volt már, sebtiben egyedül mentem le csupán. Az üvegekben magammal kihozott próbákat még aznap este megnéztük nagyítóval, s végtelen örömünkre meg gyönyörűségünkre tömegesen volt benne egy apró zöld mikroorganizmus. Szeptember hó 3-án megismételtem e kirándulást és Zsdjár falu felől vezettem fel kutató kis társaságomat (GREISIGER E., dr. KOL E., GYÖRFFY BOL-DIZSÁR és (GYÖRFFY BARNABÁS), egész munkaidőnket helyszíni mérésekkel, megfigyelésekkel és rajzolással töltve, bőséges anyagot gyűjtve be onnét. A friss anyagot egész másnap azon frissiben vizsgáltuk algologus asszisztenssel.

A zöldszínű hó megtalálása a Magas-Tátra flórájának kétségtelenül egyik felette érdekes kérdése, az alábbiakból kitetszőleg.

I. A Tátra színes havának irodalma és adatai.

Miként FILÁRSZKY NÁNDOR¹ kideríti, az első magyarországi algologiai adat BUCHHOLTZ JAKAB késmárki tűmíves értekezésében² lelhető, amelynek vonatkozó részét — éppúgy a többi

¹ FILÁRSZKY NÁNDOR: Magyarország moszatai. Növényteni Közlemények. III. 1904: 13—14.

² *Beschreibung des wundervollen Karpatischen Schneegebirges insonderheit der allerhöchsten und grössten Spitzen, bei der Königlichen freyen Stadt Käsmark, in Oberungern, in der löbl. Zipser Gespannschaft, und den umliegenden Komitaten; sammt Benennung der Spitzen, hohen Felsen, Seewässer, woraus die Flüsse entspringen; und Beschreibung der Mineralien, Vegetabilien und Animalien, die sich allhier befinden; nebst der Deliniation der höchsten Spitzen, wie aus den Nummern zu ersehen*

szerző felette nehezen hozzáférhető cikkei illető mondatait — fontosságánál fogva szószerint idézem.

I. BUCHHOLTZ JAKAB a Menguszfalvi völgyről beszéltében így ír: «Es sind in diesem Thale mineralische Gold-, Silber- und Zinneradern. Es liegt auch hier viel Schnee, der selten zergethet. Bey diesem Thale ist merkwürdig, dass die Berggeister mit Steinen auf die Leute werfen sollen, welche mineralischen Adern nachsuchen. Dort oben, wo die zwey Schichten zusammen kommen, ist die rechte Goldader, und gediegen gewachsenes Gold, in einem weissen festen Gestein, welches ich selbst gesehen habe. Dieser Ort ist stets mit Schnee bedeckt. Man findet ihn öfters Blutroth, den der Regen von den hohen Felsen, welche zinnerberisch sind, abspület.¹»

BUCHHOLTZ JAKAB sziklákról lemosott «cinnober por»-tól pirosra festett hava az első megfigyelés, amely a piros színt okozó mikroorganizmus felléptét bizonyítja.

II. Második forrás CZIRBESZ JÓNÁS ANDRÁS néhai iglói ev. lelkész műve.

CZIRBESZ J. ANDRÁS² a «Fölk-Grund» (most: Felkai völgy) tavait ismertette, többek közt ezt írja: «Auf der Seite gegen Polen, gerade herunter, erblicket man in der Tiefe einen zugefrorenen See,³ welcher allem Ansehen nach beständig mit Eis bedeckt bleibt, und nur hin und her auf dem Schnee theils blaue, theils rote Flecken zeigt».

CZIRBESZ J. ANDRÁS az egyetlen szerző, aki zöldszínű

Insgleichen auch diejenigen Oerter, welche allhier unter dem Karpatischen Gebirge liegen, geschrieben von JAKOB BUCHHOLTZ 1752 (veröffentlicht 1783 im Ungarischen Magazin III. Band). Újra közreadta dr. TH. POSEWITZ a Késmárkon megjelenő Karpathen Post XXVI. Jahrg. 1903. No. 27, 30, 31, 33, 37, 38, 39, 43, 44. számaiban.

¹ Idézve: Karpathen Post XXIV. Jahrg., Késmárk, 24. Sept. 1903. No. 39: 2.

² J. A. CZIRBESZ: Kurzgefasste Beschreibung des karpatischen Gebirges. — Késmárk, Buchdruckerei Paul Sauter. 1902. 8°. Vorrede von Dr. THEODOR POSEWITZ 1—51. old.

³ A Svistovka völgy fagyott taváról (Gefrorener See, Zmarzły staw 2047 m) van szó (adnot Gy. I).

hóról is említést tesz, következő szavakkal:¹ «Ausserdem bemerkten wir auch in der Krywaner Gegend drei Seen... Weiter hinauf fanden wir einen grünen See,² welcher... Er hat dabei das sonderbare, dass die grössere Hälfte desselben gegen Polen zu völlig zugefroren und mit Schnee bedeckt war. Am Rande bemerkte man hie und da, auf dem Schnee, grüne Flecken...»

III. Harmadik, színes havat látó a hírneves csúcsászó, bryologus, a lengyel szellemnagyság: Dr. TYTUS CHALUBIŃSKI.

Dr. T. CHALUBIŃSKI egy varsói folyóiratban adta közre bennünket érdeklő cikkét,³ amelyet még ugyanazon évben átvett egy másik lengyel turista folyóirat.⁴ CHALUBIŃSKI cikkét — mindkét folyóirat nehezen hozzáférhető voltánál fogva — újból lenyomatták az ifjúságnak szánt kis könyvsorozatban⁵ s könnyen megszerezhetővé tették ezáltal a lengyelek. E könyvecskét a híres Tátrajáró: JANUSZ CHMIEŁOWSKI úr szíves ajándékából birom.

Dr. T. CHALUBIŃSKI lengyel értekezésének vonatkozó részeit JANUSZ CHMIEŁOWSKI úr volt szíves németre szószerint lefordítani, így ezért is nagy hálám illesse.

Dr. T. CHALUBIŃSKI két ízben látott veres havat. Szavai szerint (fordításban):⁷ «Amikor mi a gorálok⁶ — nevezte Pusta

¹ Beschreibung einer karpatischen Bergreise auf den sogenannten Krivan, samt den dabei gemachten Beobachtungen (1772). Von J. A. CZIRBESZ. Wiederveröffentlicht von Dr. TH. POSEWITZ. Leutschau, Buchdruckerei des Jos. TH. REISS, 1901. 16^o p. 5.

² A Handelvölgyi Zöld tóról van itt szó (2026 m t. sz. f. m.).

³ «Niwa», Warszawa 1879 (No. 105, 106, 108, 109) (JANUSZ CHMIEŁOWSKI úr adata).

⁴ «Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego» 1879 p. 65—66. ír a vörös hóról (J. CHMIEŁOWSKI úr adata).

⁵ Ing. JANUSZ CHMIEŁOWSKI úr szívessége juttatott e könyv birtokába, amelynek pontos címe: «Bibliotek «Orlego Lotu» No. 2. — Dr. TYTUS CHALUBIŃSKI: Sześć dni w Tatrach. Wycieczka bez programu. — Kraków 1921. Nakładem Redakcji «Orlego Lotu» p. 1—72. 16^o. (A munka címe tehát: «Hat nap a Tátrában. Hegymászások program nélkül.)

⁶ Goral=hegyi lengyel (adnot. Gx.).

⁷ A lengyel eredeti szöveg: «Sni adając ponad tak zwaną przez górali Pustą Doliną powyżej Zmarzłego Stawu spostrzegam pod nami na wielkich polach śniegu blade czerwone smugi. Zjawisko to znane w górach

Dolina-ban, a Jegestó felett reggeliztünk, az alattunk levő nagy hómezőkön világospiros sávokat veszek észre. Ez a jelenség Skandinavia hegyeiben véres hó néven ismeretes és egy apró mikroszkopikus vízi növényke idézi elő. Ezek apró gömböcskék, amelyek biborvörös folyadékkal telítettek, amely erősen törli a fényt. Eme vízi növények nagy hófelületeket, több Zoll¹ vastagságban hatolnak át.» Dr. T. CHALUBIŃSKI többbedmagával² járt akkor ott.³

Dr. T. CHALUBIŃSKI másodízben is látott vörös havat (1877-ben), amikor Prof. ALEKSANDROWICZ és még 40 lengyel hegymászó⁴ társaságában a Keleti Vaskapu-n (2280) átment. Ekkor lehetően sokat kíván bemutatni Prof. ALEKSANDROWICZ-nek, ezért: «ama piros hómező alá vezettem, hogy ő is láthassa eme, nálunk ritka jelenséget. A Pusta Dolina-ba érünk, a hómezők ott vannak ugyan, de egészen fehérek, mert pár nappal előbb hóesés volt a Tátrában, így a friss hó az örökös rétegeket befedte. A felső, puha hóréteget eltávolítjuk, s lehatoltunk a világos piros hóágyig.⁵

skandynawskich pod nazwą krwawego śniegu zależy od maleńkiego mikroskopijsnego wodorostu. Są to kulki napelnione purpurowym silnie światłolami acym płynem Na kilkanaście cali w głąb całe obszary śniegu przejęte są tym tworem». V. ö. T. CHALUBIŃSKI in «Orli Lot» Nr. 2 : 42.

¹ A lengyel «kilkanascie» 10-nél több, de 20-nál kevesebbet jelent. (JANUSZ CHMIEŁOWSKI szerint).

² A Tátrajárók előtt jól ismertnevű STOLARCZYK lengyel lelkésszel és még 30 lengyellel (köztük kipróbált kemény csúszmászókkal: bold. Prof. LEOPOLD ŚWIERZ (a kiváló alpinista, most is élő MIECZYSLAW ŚWIERZ édesatyja), DEMBOWSKI és a t. társaságában (J. CHMIEŁOWSKI felvilágosítása alapján).

³ T. i. 1876 aug. 11-én (J. CHMIEŁOWSKI adata.)

⁴ Dr. TYTUS CHALUBIŃSKI alakja mai napig él a gorálok közt; ott fent a Tatra északi oldalán a Dolina Cochowska-ban én még beszéltem öreg lengyel vezetőkkal, akik a «Pan Doktor»-ral együtt túráztak, s mély megilletődéssel és szeretettel idézgették fel régi fakó emlékeiket. CHALUBIŃSKI imádta fáját, annak szokásait, zenéjét, ezért is járt mindig tömeggel. TADEUSZ AJDUKIEWICZA képen is ott mereng a nagy hazafi kedves túratársai és goráljai közt (l. Wierchy, Rocznik poświęcony górcom i górszczczyźnie. Organ Polskiego Towarzystwa Tatrzańskiego. Rok III. Lwów 1926, Tab. «Obóz Chalubińskiego.»)

⁵ «Zaprowadziłem go «po drodze» i na owe czerwone śniegi, aby

A T. CHALUBIŃSKI említette helyet a piros hó kedvéért 1895—1925-ig az elsőrangú csúcsmászó JANUSZ CHMIELOWSKI éppen 17-szer kereste fel (in litt. 8. Okt. 1926. ad GYÖRFFY), de egyetlenegyszer sem látta azt. Ez is élenken bizonyítja a színes hó megjelenése ritkaságát.

IV. Dr. JOZEF ROSTAFIŃSKI T. CHALUBIŃSKI-t Zakopanen keresi fel, kap tőle szárított anyagot és CHALUBIŃSKI útmutatása alapján találja meg 1880-ban az Omladék völgyben a piros havat.

Dr. J. ROSTAFIŃSKI, a nagynevű lengyel kutató a negyedik tehát a színes lavat látók sorában.

Cikkében¹ Dr. J. ROSTAFIŃSKI megemlíti, hogy a hó piros színét a «*Haematococcus lacustris*» okozza, amely nem havon, hanem a firnen él. Ugyaninnét említ sárgás havat is, amely hómezők zöldessárga színét a *Chlamydomonas flavo-virens* ROSTAFIŃSKI okozza.²

zjawisko to u nas rzadkie własnymi oczami oglądał. Wchodzimy na Pustą Dolinę, śniegi są ale bielutkie. Ze jednak przed kilku dniami śnieg w Tatrach padał musiał pokryć warstwy wieczyste. Odgaraliśmy miękką wierzchnią skorupę i dobraliśmy się do blado purpurowego łoża» (cf. T. CHALUBIŃSKI in Biblioteka Orlego Lotu Nr. 2 : 44).

¹ Dr. JOZEF ROSTAFIŃSKI: O czerwonym i żółtym śniegu w Tatrach. Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydział matematyczno-przyrodniczego, tom. VIII. 1881. Kraków 1881 : VIII. — XI.

² «Przyjechawszy w końcu Lipca b. r. do Zakopanego, a wiedząc od Pana CHALUBIŃSKIEGO, od którego materiały zasuszony już w poprzednich latach otrzymywałem, że żnięg czerwony znajduje się w Tatrach, i korzystając z jego łaskawych wskazówek, rozpocząłem poszukiwania, których wypadki streszczam tymczasem w następujących kilku punktach.

I. *Haematococcus lacustris*, wodorost tworzący zjawisko «czerwonego śniegu» żyje nie na śniegu, ale na krupach lodowych tworzących się lodników.

II. Nie ma innych stanów spoczynku oprócz zwykłych komórek roztowych jego historia rozwoju została ostatecznie przeze mnie już uprzednio podana.

III. Obok tego wodorostu towarzyszy mu prawie zawsze inny, którego stany spoczynku są właśnie owemi pomarańczowo — różowymi komórkami przesłaniami mi swego czasu ze Szwecyi.

IV. Wodorost ten, nad którym karty badań nie zamknąłem jeszcze, z tego co o nim wiem do dziś dnia, należy pomieścić w rodzaju *Chlamydomonas*, a gatunek jako nowy nazywam *flavo virens*.

V. Ötödik szerencsés, színes hóra bukkánó, a Tátra összes ormát, csúcsát bejáró: GRÓSZ ALFRÉD (Késmárk).

GRÓSZ ALFRÉD a Tátrának kétségtelenül legszebb és legnagyobbyszerű gerincvándorlása,¹ a Villagerinc bejárása² alkalmával látott vörös havat. Azt írja ugyanis GRÓSZ ALFRÉD 1911 aug. 20-i túrája leírásánál: «... Az egész test annyira kint lebeg a mélység fölött, hogy amikor a lábaim között lenéztem a talpaim alá, éppen merőlegesen egy 40—50 méterrel lentebb fekvő hómező fölött találtam magam. Ezt a részletet egyébként azért is jegyeztem meg oly pontosan, mert az említett hómező felülete a rajta élő moszatok színétől rózsásra volt festve».³

GRÓSZ ALFRÉD kedves jó barátomat, akivel többek közt feledhetetlen első csúcsmászásomat is végeztem, 1920 jan. első felében személyesen kérdeztem ki ez ügyben. Az ő felvilágosítása alapján tudom a «vörös hó» pontos helyét. Külön ki kell emelnem, hogy ALFRÉD barátom az összes túráiról alpinista, részletes naplót vezet pontos sziklarajzokkal, így az emlékezet romlása adta tévedések nála kizártak.

Levélbeli kérdéseimre GRÓSZ ALFRÉD barátom 1926 szept. 28-án arról értesített: «Háború óta nem, de előtte több évben is láttam moszatok által egész rózsásra festett hómezőket a Tátrában. Így egy évben a *Felkai völgyben* a *Lengyel nyereg* alatt. Az egész hómező felülete rózsásszínű volt, néhol kevésbé intenzíven, néhol erősebben. Így határozottan emlékszem, hogy a *Villák* alatt említett hómező egész felülete sok-sok négyzetméternyi darabon (már a nagyságra csak gyöngén emlékszem) volt rózsásszínű».

V. Nazywam zaś dla tego, że wodorost ten, występując sam, wyłączenie, w jednolitych masach, na éniegach górskich, nadaje im barwę, zielonawo-zółtą.»

¹ Magas-Tátra részletes kalauza. II. kiadás. III. Hegymászó kalauz, 389. o.

² Rendkívül érdekes leírását l. Dr. SERÉNYI JENŐ a Turistaság és Alpinizmus II. 1911/12: 105—118. old.; GRÓSZ ALFRÉD a Turisták Lapja XXX. 1918, 91—109. old.

³ GRÓSZ ALFRÉD: Villagerincen. Turisták Lapja XXX. 1918. 5—6. szám 99. old.

VI. Hatodik a színes havat látók sorában a SOKOŁOWSKI-testvérek, akik megfigyeléseiket nem publikálták, csupán velem közölték édesatyjuk útján levélbelileg.

Prof. Dr. STANISŁAW SOKOŁOWSKI (Kraków) i. t. kollégám 9/X. 1926-ról keltezett szíves soraiban így ír:

«In Beantwortung teile Ihnen mit, dass ich selbst leider niemals farbigen Schnee in Tátra gesehen habe.

Meine Söhne jedoch, die mit Begeisterung sich dem Tátra-Alpinismus widmen, haben diese Erscheinung mehrmals beobachtet, und zwar:

1. Dr. MARJAN SOKOŁOWSKI (Botaniker) sah im Juli 1924 im Teszka Tale über «Zmarzły staw» (Cieży Tal) rosaroten Schnee 1800 m, auf grösseren Flecken. Nordexposit.

2. In demselben Orte beobachtete dieselbe Erscheinung mein zweiter Sohn STANISŁAW (Geologe) im Juli 1923.

3. ADAM SOKOŁOWSKI 10. August 1923 Nordabhang von Meer-augspitze (Rysy) 1700 m sah rosaroten Schnee auf einem grossen Fleck.»

VII. Hetedik, színes hóban gyönyörködő és azt begyűjtő (1926 aug. 30.) csekély magam vagyok. E kérdés nagy fontosságát felismerve, 1926 szept. 5-én kis Tátrajáró társaságomat vezettem fel oda, melyben résztvettek: GREISIGER EDITH, Dr. KOL ERZSÉBET, GYÖRFFY BOLDIZSÁR és Gy. BARNABÁS. Én zöld hóra bukkantam; *második* vagyok tehát társaimmal (CZIRBESZ után, 1772, akik a Tátrában zöld havat láttunk. GYÖRFFY 1926).

Könnyebb áttekinthetőség kedvéért táblázatba foglaltam adom az összes, színes hóra vonatkozó adatot (1. táblázat melléklet).

II. Zöld hó előfordulása és ritkasága másutt.

A zöld hó megjelenése másutt is nagy ritkaság.

Prof. Dr. ROBERT CHODAT (Genève) úrhoz fordultam, mint a hóflora világhírű specialistájához. a zöldhavat illető kérdéseimmel, amely levelemben az Alpeseekben tett tapasztalataival akartam egybevetni a magamét. Dr. R. CHODAT professzor azonban Amerikába ment tanulmányútra, így helyette Dr. F. CHODAT (Genève)



Hó színe (<i>Color nivis</i>)	Megfigyelő gyűjtő (<i>Observavit seu legit</i>)	Év (<i>Anno</i>)	Völgy neve (<i>In valle</i>)
Fekete (<i>Niger</i>)	Roth Róbert	1904	Goryczkowa hágó
	Roth Róbert	1904	Kistarpataki Öt-tó
	Györffy István	1909 VIII. 17	Nagy Papyrusvölgyi víz-esés
Kék (<i>Coeruleus</i>)	Czirbesz J. András	1772	Poduplasky völgy ; Svis-tovka dolina ; Gefron-ner See
Piros (<i>Roseus</i>)	Buchholtz Jakab	1752 előtt	Mengusfalvi völgy
	Czirbesz J. András	1772	Poduplasky völgy ; Svis-tovka dolina ; Gefron-ner See
	Dr. Tytus Chalubiński	1876 VIII/11 & 1877	Mengusfalvi völgy oldal-völgyében ; Omladék-völgy (Pusta dolina) a Nyugati Vaskapu alatt
	Dr. Józef Rostafiński	1880	Ugyanaz
	Grósz Alfréd	1911 VIII/20	Lomniczi csúcs : Villa-gerine
	Grósz Alfréd	1914 előtt	Felkai völgy : Lengyel nyereg alatt
	Stanislaw Sokolowski	1923 VII.	Poduplasky völgy. Teszka völgy : Zmarzły staw felett
	Adam Sokolowski	1923 VIII/10	Tengerszem-csúcs (Rysy) északi oldalán
	Dr. Marjan Sokolowski	1924 VII.	Poduplasky völgy. Teszka dolina : Zmarzły staw felett
Sárga (<i>Flavo-virens</i>)	Prof. Dr. Józef Rostafiński	1880	Mengusfalvi völgy oldal-völgyében ; Omladék-völgy (Pusta dolina) a Nyugati Vaskapu alatt
Zöld (<i>Viridis</i>)	Czirbesz J. András	1772	Handel völgy : Zöld-tó
	Prof. Györffy Istv.	1926 VIII. 1926 IX/3	Bélai mészhavasok : dolina Kępy

Substratum	Tengerszín feletti magasság (<i>Supra mare Adriatico</i>)			Ki közölte (<i>Publicavit</i>)
	lelhely magassága (<i>altitudo</i>)	elterjedés (<i>altitudinis</i>)		
		leg- magasabb pontja (<i>maxim.</i>)	leg- alacsonyabb pontja (<i>minim.</i>)	
				Scherffel Aladár in Növ. Közl. III. 1904 : 199
Granit				Scherffel Aladár in Növ. Közl. III. 1904 : 199
Granit	1700			Scherffel Aladár in Bot. Közl. 1910 : 117
Granit	2047 m (teste Győrffy)			Czirbesz J. András 1772
Granit				Buchholtz Jakab 1752
Granit	2047 m (teste Győrffy)			Czirbesz J. András 1772
Granit	2100—2200 m (teste J. Chmielowski)	2200 m		Dr. T. Chalubiński in «Niwa» 1879
Granit	2100—2200 m			J. Rostafiński in <i>Wydz. mat. przyr.</i> VIII.
Granit				Grósz A. in Turisták Lapja XXX. 1918 : 99
Granit				Grósz A. in litt. 1926. 28. IX. ad Győrffy
	± 1800 m			Prof. S. Sokołowski in litt. 9. X. 1926 ad Győrffy
	± 1700 m			«
	± 1800 m			«
Granit	2100—2200 m (teste J. Chmielowski)			Dr. J. Rostafiński in <i>Wydziału mat. przyr.</i> VIII. 1880
	2026 m (teste Győrffy)			Czirbesz J. András 1772
Calx	1340		1340 m	Iásd jelen cikket

úr csak néhány pontra adhatott fevilágosítást, amelyek közül a legfontosabb:

«la neige verte qui est une grande rareté dans nos Alpes». (Dr. F. CHODAT in litt. 6. X. 1926 ad GYÖRFFY.)

Dr. K. MÜNSTER STRÖM (Oslo) úr kimerítő szíves levelében (3. Nov. 1926) ezt írja:

«1—2. Grünfarbiger Schnee ist mindestens zweimal in Skandinavien gesehen, nämlich von N. WILLE (N. WILLE: Om Udviklingen af *Ulothrix flaccida* Kütz. Svensk Botan. Tidskrift, Stockholm, 1912. Bd. 6. H. 3. p. 447—458. Taf. 14) auf dem süßen Eise des Oslofjords, und von K. MÜNSTER STRÖM in Sarek.

3. Der grüne Schnee ist offenbar sehr selten, ich selbst habe diese Erscheinung nie gesehen, trotz meinen vielen Reisen im Gebirge (Vgl.: Norwegian Mountain Algæ — Vid. Akad. Skr. I. M. N. Kl. 1926. No. 6.: 1—264, Pl. I—XXV. Oslo 1926)»

KAARE MÜNSTER STRÖM a Sarek-hegység¹ különböző (800—1100 m) magasságaiban N. ODHNER, LEMMERMAN, A. HAMBERG, E. BERGSTRÖM, C. SKOTTSBERG gyűjtötte hómintákból mutatta ki a zöld hó² okozóját (*Ulothrix flaccida*).

Prof Dr R. CHODAT (Genève) szerint egyszer leltek zöld havat (in litt. 12. XII. 1926. ad GYÖRFFY).

III. Van-e a Magas-Tátrában örökös hómező?

Nivalis flora kifejlődésének, felléptének első elengedhetetlen kelléke: állandó hómezők jelenléte. Van-e ilyen a Tátrában?

Állandó, az egész vegetációs perióduson át megmaradó hómezők a Tátrában firnmezők képében vannak, amelyek — előtünk, a csúcsok szférájához vad szakadékokon át járók előtt,

¹ K. MÜNSTER STRÖM (Christiania): Snow Algæ (Cryoplankton) from the Sarek Mountains. Naturwiss. Untersuchungen des Sarek-gebirges in Schwedisch-Lappland. Bd. III. Botanik, Lief. 5, Stockholm, 1923: 522—524.

² cf. Studies in the Ecology and Geographical Distribution of Fresh-water Algæ and Plankton. By K. MÜNSTER STRÖM, Extr. de la Revue Algologique Nr. 2. Juni 1924: 12.

közönségesen ismeretesek — akárhányszor hatalmas nagy gleccserkapukat, kiolvadási boltozatokat alkotnak.¹

A Természettudományi Közlöny LV. 1923. kötete I. számában RAPAICS RAYMUND egyik cikkében azt mondja: «Az olvadó hóleben a *Sphaerella nivalis* málnavörös színével tűnik fel. A Tátrában nincsen örökös hó, az ottani hóleben más fajok élnek» (l. c. p. 45).

Tollhiba, hogy hóleben élének ama szervezetek, amelyek a «vörös hó» okozói.² Hómezők felületén és a felületben élnek ezek a havat festő vörös algák³ éppúgy, akár a *nivalis* flora egyéb tagjai, például a «fekete hó» okozói.

Nem fedi a valóságot az, hogy a Magas-Tátrában nincs örökös hó. Dr. RAPAICS R. bizonyára Dr. SCHERFFEL ALADÁR kiváló algologusunk egyik cikkéből vette e téves állítást.⁴ Mi, a magas szférában járók tudjuk, hogy igenis vannak, sőt mindjárt azon hely közelében is, ahonnet leírta SCHERFFEL A. *Raphidonema brevirostre*-jét, így: Nagy-, Kis-Papyrus völgyben Téryhorkosnál, Német-Létra, a csak lengyel nevezettnben használatos «Międziana Lawka» a «Rézpadkatlan» völgy (Schwalbenturm-Lomnici-csúcs Villagerinc közt) egész alját állandóan oly meredek hatalmas firn fedi, hogy ezért kénytelen az ember a Késmárki Zöldtóhoz leereszkedőben oly hosszú ideig gyöt-

¹ Lásd szép képét pl. Dr. KAREL DOMIN: *Tatranske Obrazy*. S 64 celostránkovými holáro typickými obrazy podle puvodních snímků autorych 1926. Nakladatelství J. Otto, Spol. S. R. O. V. Praze Tab. 52.

² A hómezők vörös színe azonban nem csupán *Haematococcus nivalis*-nak (syn. *Sphaerella nivalis*, *Chlamydomonas nivalis*) tudandó be, anelyről még nincs eldöntve biztosan, hogy a Chlorophyceae 2. Chlamydomonadaceae) *Sphaerella* melyik genusához tartozik inkább (c. f. Dr. FR. OLTMANNS Morphologie u. Biologie der Algen. Jena 1922: 208.) Vörös hóalga a *Glendinium Pascheri* is, v. ö. OTTO SUCHLANDT: Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 34. 1916: 242—6.

³ Színanyagában haematochroma van; nyugalmi állapotba tért akinétái (hypnosporái)-ban is megvan ez a haematochroma s ilyenkor — a hómező eltűntével — vörösporként marad vissza a sziklák ripacsiban. (c. f. OLTMANNS l. c. 214. old.).

⁴ «. . . . örökös hómezők a Tátrában teljesen hiányzanak . . . » SCHERFFEL A. a Botanikai Közlemények 1910. évi 2. füz. 117. old.

ródni a Kupferbank-on, mert a hómező csupán alsó részén traverzálható. De hiszen tudjuk, hogy egész speciális hótűrők vannak a Tátrában (p. o. Karcsmár folyosó). Ismeretes az alpin irodalomból eléggé, hogy 1—1 eltűnt, szerencsétlenül járt turista társunk csontjai hosszas évek múlva, a jegesek szokásos módjára folyton, de lassan lejjebb csúszó firnmezők aljából — ahol már elolvad — kerültek ki. Csak egy példát hozok fel, mely az alpinista köröket legutoljára hozta oly nagy izgalomba. MAHLER Oszkár iglói tanár, alpinista barátunkkal 1910 okt. 16-án még együtt robogtunk haza Csorba állomásról; ő egyik gerinctúráról Iglóra jövet, én az akkor teljesen jéggel fedett Tengerszemcsúcsról megtérőben még tovább Lőcsére. Egy hétre rá nyoma veszett. Hiába volt minden kutatás.

„Most 11 év leforgása után egy véletlen s az a körülmény, hogy az idei nyár a Tátra hómezőinek nagy részét felemész-tette, világosságot derített a rejtélyre, „u. i. egy német zerge-vadász” . . . a Gerlachfalvi csúcs falai között s a Hosszú-tó fölött, a Felkai völgy felső katlanában, a falak tövéen, még megmaradt hómezőből néhány csontot látott kiállani, amelyről távcsövön azonnal megállapította, hogy csak emberi csontok lehetnek. . . .”¹ E csontok MAHLER Oszkár maradványai voltak, amelyek a „még megmaradt csekély hófoltnál, hó és omladék alá temetve. . .” voltak szétszórva. Az egyik allászár csontra csavart lábszárvédő, fémpénz, névjegy, fotográfia maradék alapján kétségtelenül agnoszkálták a Tátráért halt, s annak hű fiát.

És mert igenis, állandó hómezők vannak a Tátrában, a vörös hó létfeltétele is adva van általában; így egészen világos, miért találhatott SCHERFFEL ALADÁR tipikus nivalis flóratagokat a Tátra havában, azon állítása „. . . A vörös hó kifejlődéséhez szükséges örökös hómezők a Tátrában teljesen hiányzanak. . . .”² — dacára is!!! És miért mutatott ki szennyes, illetőleg az általam is küldött fekete hóból több olyan szervezetet, amelyek a tipikus nivalis flora tagjai. .³ s ame-

¹ L. Turistaság és Alpinizmus XI. 1921. 275. old.

² SCHERFFEL A.: *Raphidonema brevirostre* nov. spec., egyúttal adalék a Magas-Tátra nivalis flórájához. Botan. Közl. IX. 1910. 117. old.

³ *Chionaster nivalis* (Bohlin) Wille (KISTARPATAKI ÖTTÓ, Goryczkowa-

lyek a hómezőket vörösre festő *Haematococcus nivalis* kísérői szoktak lenni: *Chionaster nivalis*, *Pteromonas nivalis*, vagy a *Raphidonema brevirostre*, amely egész tusfekete bevonatot képez a firnen és pedig jellegzetesen. A hómezők sajátosságosan olvadnak ki a Magas-Tátrában, úgy a sziklafalak felé eső részleteiken, mint a «gleccserkapuk» boltozatain és szélein; mintha valami óriási kanállal vagdaltak volna ki belőle, hullámos felületű, de a hullámhegyek tarajokba éleződnek ki, amely tarajok tuseketék, nyálkás bevonatosak, az ember bőrét tartósan festik s füstös feketévé teszik. E fekete bevonatba, amely csupán a tarajokra szorítkozik, húzódnak be a kisebb gránittörmelék szemcsék. Valósággal kitarajozottak a tátrai firnmezők oldala és kapuboltozatai, a feketén szegélyezett bemélyedések tarajainál fogva hálós felületűek. Nem vagyok szakember, de sokat törtem a fejem, hogy hogyan szivódik fel e gránitszemcsék legnagyobb tömege e fekete tarajokba? Mert nemcsak a föld felszíne felé eső részekben, hanem minden irány felé felhúzódnak e kisebb-nagyobb gránittörmelék-szemek.

1909 óta kezdtem a Magas-Tátra felsőbb (csúcs) régióit sűrűn látogatni s mondhatom, hogy e «fekete hó» általános jelenség!

Nagyérdemű algologusunk: SCHERFFEL ALADÁR a Botan. Közl. IX. 1910. 117. oldalán egyebek közt azt írja: «Vannak ugyan adatok, melyek a Tátrában látott «vörös hó»-ról emlékeznek meg, de ezt a «vörös havat» szakbotanikus, vagy más bizalmat érdemlő egyén még nem látta, úgy, hogy a Tátra vörös havát nem létezőnek kell tekintenünk». Ehhez magyarázatul szolgáljon: mikor SCHERFFEL mélyen tisztelt Barátomnak a Nagy-Papyrus-völgyi fekete hómintát (ebből mutatta ki a *Raphidonema brevirostre* SCHERFF. n. sp.-t) küldöttem, ennek kapcsán levélben kérdezte tőlem: láttam-e vörös havat? Írtam, hogy addig-

és Vadorzó hágó leg. Dr. SZALÓKI RÓBERT (l. SCHERFFEL a Növ. Közl. III. 1904: 199). Nagy-Papyrus völgy vízesés mellett leg. GYÖRFFY I. (l. SCHERFFEL a Botan. Közl. 1910: 117.) *Pteromonas nivalis* (SCHUTTLEW.) CHODAT, *RAPHIDONEMA brevirostre* SCHERFFEL, Késmárki Zöldtő völgye Nagy-Papyrus völgyi vízesésnél gyűjt. GYÖRFFY (v. ö. SCHERFFEL a Botan. Közl. IX. 1910: 118. old.

lan sem én nem láttam (akkor még magam a felsőbb régiókat oly sűrűn nem igen jártam), de nem látott DÉNES FERENC sem, akit ez ügyben még ott Lőcsén megkérdeztem. E felvilágosító szavak alapján vette tagadásba a tátrai vörös hó előfordulását.

Tévedésen alapszik tehát az itt-ott elhangzó szó, hogy a Tátrában nem lennének örökös firnmezők.

Hiszen a Tátrában fekvő firneken újabb időben gleccser-szerű jelenségeket kezdenek megállapítani! (Dr. ADAM GADOWSKI.)

A firn több völgyben megmarad, átlúzza a nyarat, s a régi hótömegekre aztán újabb tömegek halmozódnak fel, biztosítva maradva hol itt, hol amott a nivalis flora kifejlődéséhez szükségelt legfőbb kellék.

Mivel azonban — 22 éves tapasztalat alapján beszélek — a különböző évek szerint igen változó időben, igen változóan olvadnak el ezek a falak alján, szakadékokban felgyülemlett hótömegek, különböző időkben és igen különböző vastagságban gyarapítja őket a (nyári, többszörös) havazás, természetesen az optimum nem biztosított ugyanazon völgyben és ezért hol itt, hol amott bukkánnak színes hóra.

A színes hó kifejlődéséhez szükségelt állandó firnmezők megvannak tehát, azok nem hiányoznak.

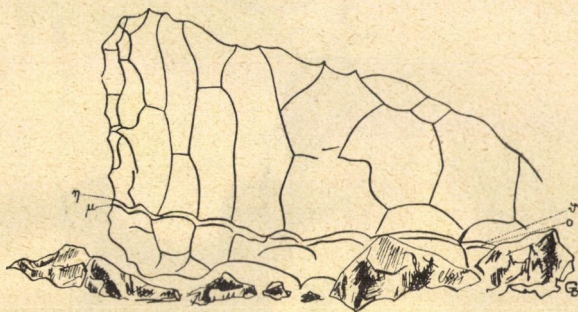
Nem meglepő ezek ismeretén, ha az élesszemű lengyel kiváló botanikus: Dr. BOGUMIL PAWŁOWSKI, most frissiben a Virágosokon nyert tapasztalata alapján az alpinus öv felé emelkedő egy vegetációs emeletet: subnivalis vagy supraalpinus régiót is megkülönböztet.¹

IV. A Bélai mészhavasok északi oldalán (Dolina Kępy) talált zöld hóról.

A Bélai mészhavasok csodálatosan szép északi, vad szakadékos oldalán 1926 aug. 30-án a lavinajárásba eső egyik kat-

¹ B. PAWŁOWSKI: Über die subnivale Vegetationsstufe in Tátragebirge. Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Cl. d. sc. Math. et Nat. Série B. 1925.; Kraków 1926: 769—775.

lanban, ott Lasztowicza, Głosna skala és Opalona Turnia fenséges környezetében, a dolina Kępy-ben, 1340 m t. sz. f. magasságban, ahová még déli időben sem süthet be a Nap, csupán diffusus fényt kap az egész sziklaüst, mert kb. 35—40 m-es sziklafal ugrik fel D-nek, láttam meg a zöld havat. E helyet távolból sógornóm: GREISIGER EDITH pillantá meg először, kérdezve: vajjon hó-e az, amit benne lát, vagy csak mészkövek? Zeiss távcsövével azonnal megállapítottam, hogy ott három darabra szétolvadt nagy firnkapu van. Amíg társaságom kedélyes beszélgetésben visszamaradt, egymagam lementem a töré-



1. rajz. Firnkapu egyik megmaradt részlete délkeleti oldalról rajzolva; a kiolvadási homorulatok szélén megtelepedő fekete hótól, mezőkre osztott.
(Szerző helyszíni rajza után.)

keny kőzetet a hóhoz, ott roppant örömmel, eleinte alig híven szemeimnek, állapítottam meg és jegyeztem fel sebtiben pár sort jegyzőkönyvemben s diadallal vittem ki néhány tubussal zöld hómintát, amelynek valóságát eleinte kétkedéssel fogadták. Szept. 3-án újból felkerestem túrázó kis társaságommal e helyet, különböző méréseket eszközölve, természet után ott helyszínen rajzokat készítve.

A firn (-gleccser) megmaradt három hórészletéből a legnagyobb 10 m hosszú és 2·10 m magas, kb. 4 m széles tömeg volt.

Oldalról tekintve a (l. 1. rajz) megszokott homorú kiolvadási mélyedéseket látjuk, amelyek mindegyikének széle fekete, nyálkás az ott élő algaszervezetek tömegétől.

Feltűnőleg fut e firnkapu alján egész szélétben két párhuz-

mos vonal (γ — δ és μ — 0 -val van jelezve). A firn feketeszegélyes hálószemében sok helyen zöld hófelhőzetek láthatók. A zöldszínű márványos foltok néha tekintélyes (47 cm) szélességűek is. Teljesen leírhatatlanul szeszélyes a zöld foltok megjelenése a firnen, ezért minden bővebb magyarázgatás helyett 2. helyszínén készített pontos rajzom másolatát adom.



2. rajz. Részletes képe a firn felületén keletkezett fekete hó szegte egyik hálózatszemnek, szemben és élből tekintve. (Szerző eredeti helyszíni rajza után.)

Elképzelhetően a feketén hőszegélyezett firnmélyedések homorulatán a zöldszínű felhőzetes foltok eleve feltűnők. Rajzomon csupán háromféle hófolt elterjedését tüntettem fel; a firn felületbe beragadt sok törpefenyő tűt, lavina lesodorta és összetörte gallyacskákat, egyéb organikus és közettörmeléket nem rajzoltam oda.

Igen feltűnő jelenség, hogy a zöld hó rétegesen jelenik meg. A firntömegnek ÉNy-nak néző boltozata alján az

1. ábra γ — μ betűinél hosszasan méregettük és rajzoltam le egy részlet szakaszos váltakozását.

3. rajzomon két firn hálózsemének pontosan megfelelőleg a 4. rajzomon teljes részletességgel tüntetem fel a váltakozó rétegek színét és magasságát.

A firn aljától 22 cm-nyire a μ —0 vonalban (l. 1., 3., 4. rajz) kezdődik az első zöld hósáv. És pedig a felületen felfelé haladólag következőleg jönnek egymásra a csíkok.

1. sáv: 2 mm magas erős zöld, a hó széleig kiterjed.

2. sáv: 8 mm magas világoszöld, a hó széleig terjed.

3. sáv: 2 mm magas erős zöld, kihatol a firn széleig.

4. sáv: 1 cm magas szintelen átjegesedett réteg.

5. sáv: 1 cm magas világosabb zöld réteg, melynek közepén 2 mm sötétebb zöld csík vonul végig.

6. sáv: 5 mm magas szintelen hóréteg.

7. sáv: 5 mm magas sötétzöld réteg, kiterjed a firn széleig.

8. sáv: 5 mm magas egészen szintelen hócsík.

9. sáv: 5 mm magas, alsó és felső részén 2 mm vastagon, sötétzölden szegélyezett világoszöld csík, kiterjed a firn széléig.

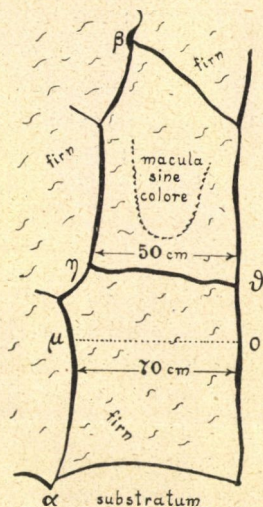
10. sáv: 3 cm vastag, szintelen, átfagyott jeges réteg.

11. sáv: 1 cm magas sötétzöld csík, amely a firn széle felé világosra zöldül ki.

12. sáv: 10 cm magas csík, amely a firn széle felé egészen szintelen, csupán a befelé eső felületen jelenik meg a világoszöld folt.

13. sáv: 1 cm vastag szintelen csík.

14. sáv: 2 mm magas sötétzöld csík, amely a firn széle felé világoszöldbe megy át.



3. rajz. ÉNy-nak néző oldalról két firn hálózat-szem.

15. sáv: 15 mm magas világos-zöld csík, amely a firn széle felé elszinteledik.

16. sáv: 2 mm magas csík, befelé sötétzöld színű, közepe táján világoszöld, majd egy darabon elszintelenedik s végül a firn szélén újból világos-zöld.

17. sáv: 2 mm magas világos-zöld csík egész a firn széleig terjedőleg, de közepén elvész a zöld szín.

18. sáv: 2 mm magas szintelen hócsík.

19. sáv: 3 mm' magas sötétzöld csík, közepén kiszintelenedik, a firn széle felé menőleg pedig világoszöld színű. Innét felfelé a firn szélén, szegélyén világos zöldszínű; ellenben a belső oldalon

20. sáv: 3 mm-es kurta kis, sötétzöld csík után

21. sáv: egy 4 cm-es világos-zöld rövidebb mező következik, amelyikben rövid, vízszintes szakaszokban sötétzöld vonalak láthatók.

22—24. Két 3 mm-es vastagságú sötétzöld, igen rövid csíkot egy szintelen sáv választ ketté.

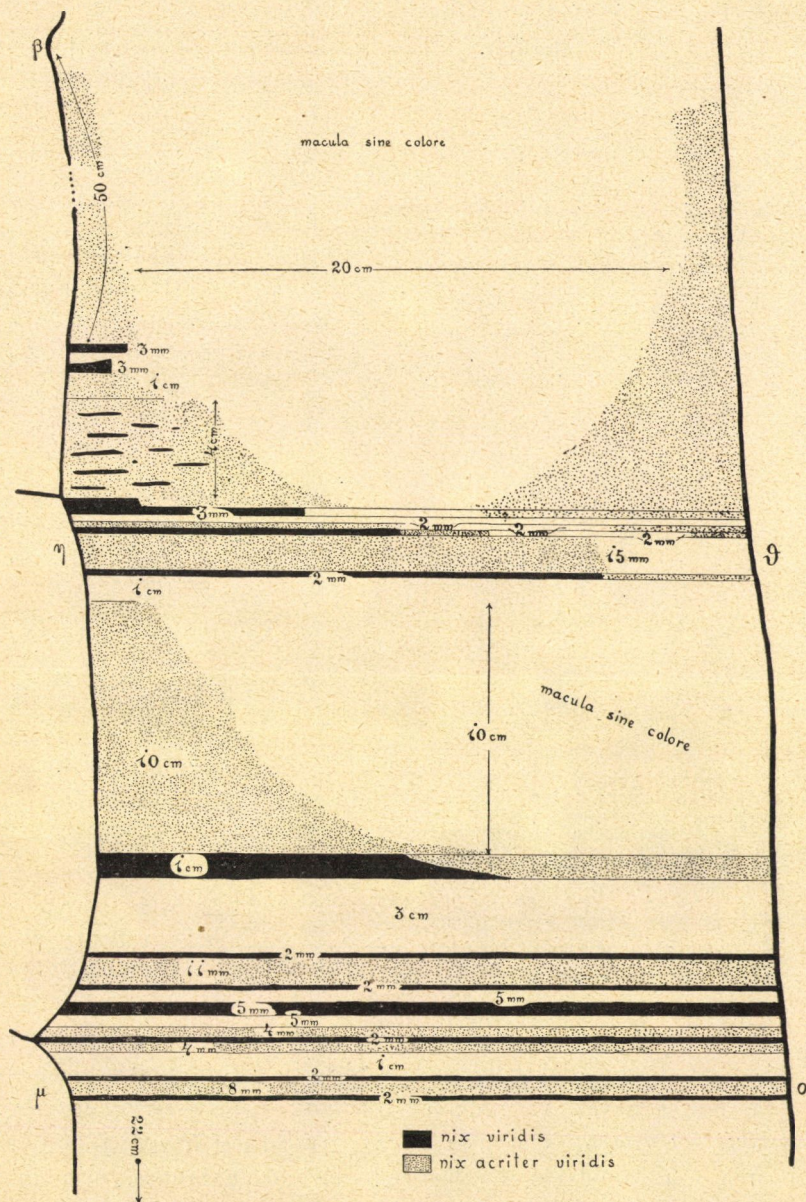
25. E ponttól fel β -val jelzett sarok kiugrásig, 50 cm magasságban világos-zöld folt szegi be a közepén 20 cm szélességben terpeszkedő szintelen foltot.

A zöld hó színe az *Ankistrodesmus Tatrae* KOL. n. sp. tömeges felléptétől ered.

Az *Ankistrodesmus Tatrae* okozta zöld csíkok előbbeni megjelenéséből egyelőre ezt állapíthatom meg: a zöld hó kifejlődéséhez vannak kedvezőtlen (fehér csíkok), kedvező (világoszöld) és optimális (sötétzöld) időszakok. A friss, puha, laza havat nem kedveli; bizonyos időnek kell eltelni, amíg firnbe megy át, amely firn alkalmas medium e szervezet kifejlődéséhez.

A megüledett havat, firnmezőket a Tátrában sokszor gyarapítják újabb hótömegek, hiszen még nyaranta is többször havazik; így csak az utolsó két évben: 1925: VIII. 3—4 közt, VIII. 30 31; 1926: VII. 23., VIII. 2 3., VIII. 13., VIII. 24.

A firn diffuzus fénytől is legjobban védett helyén léptek fel a legszebb foltok; az *Ankistrodesmus Tatrae* kimondott skiaphilus; és mindig a firn felületén, vagy ahhoz közel a firnben megtelepedő.



4. rajz. Zöld hócsíkok váltakozása.

elolvadástól meg tudja óvni a firnet, oka e völgy északi fekvésében és abban keresendő, hogy e katlan leszakadási hatalmas meredek fala beárnyékolja az üst alját még a déli napsütés idején is.

Az *Ankistrodesmus Tatrae* ismét jellegzetes vonással gyarapítja a Magas-Tátra arktikus elemeinek számát.

Végül az utolsó, V. fejezetben Dr. KOL. ERZSÉBET úrleány asszisztensem tollából eredően a kryoplankton eme neves tagja leírását adom.

V. *Ankistrodesmus Tatrae* Kol n. sp.

Tab. I.

Auctrice D^{re} ELIZABETHA KOL.

Diagnosis. Cellulæ fusiformes, apicibus obtuse acuminatæ; rare semilunatæ, aut leniter inflexæ, frequenter in forma S torquatæ, sæpissime autem spiraliter contortæ.

Cellularum tota longitudo: 20–35 μ , amplitudo (media in parte): 1.5–2 μ .

Membrana cellularum tenuis, strato gelatinoso subtiliter obtecta.

Chlorophora parietalia: 1 rare, 2 lamelliformia, in media parte (sæpius etiam locis binis) arcuatim exsecta.

Pyrenoidibus nullis.

Cellulæ per totam vitam singulares, nunquam colonias formantes.

Hab. in nive alpium **Magas-Tátra** (Tatrænsium) loco «dolina Кępy» dicto **Alpium Belaënsium**, 1340 m s. m. A. Detexit ill. ac clar. dom. Prof. Dr. I. GYÖRFFY 1926. 30. VIII. A me copiose die 3. IX. a. 1926. lectus.

Species nostra *Ankistrodesmus Tatrae* differt: ab *Ankistrodesmo nivali* et *A. Vireti*; forma mensuraque cellulæ et chlorophorum, stratoque gelatinoso; ab *Ankistrodesmo falcato* var. *mirabili* — quo proxime — habitu! similis: 1. habitatione (nivibus incolatus!), 2. longitudine (*Ankistr. Tatrae* 20–35 μ longus, *Ankistr. falcatus* var. *mirabilis* 130 μ) et forma, nuperime amplitudine cellularum.

Sejtek egyesével, firnben fordulnak elő, kryoplankton alkotók. A firn felületén és firnben megtelepedő szervezet. A firnbe 5 cm mélységig hatol be és gyönyörű, SACCARDO Chromotaxia-ja¹ Tab. II. 35. viridis-alapszín csoportjába tartozó, nagyjában a Conjugaták zöldjére emlékeztető világosabb zöldszínű, gombostüfejnagyságú góccokat is alkot. Firnlakó.

Sejtek orsóalakúak, mindkét végükön tompán kihegyezettek (Tab. I. fig. 1—29); a tér minden irányába hajlongók, sokszor spirálisan csavarodottak. Gyakoriak a félkörbe és S módján görbült alakok, amelyeknek végei legtöbbször nem egy síkban fekvők (l. T. I.).

Sejtek hossza: 20–35 μ ; 1·5–2 μ szélesek a középső részen.

Sejtfaluk vékony, kívül keskenyen kocsonyaréteggel fedett.

Egy, ritkábban két chloroplastisa lemezalakú; a chloroplastis közepe egy, vagy két helyen karajszerűleg kihasított. (I. tábla alsó 3 képe.)

Pyrenoidája nincsen.

Lelőhely: **Magas-Tátra**, Bélai mészhavasok, dolina **Képy** völgyében, 1340 m t. sz. f. m. firnen, zöld foltokat és rétegeket alkot. Gyűjtési idő: 1926 aug. 30 és szept. 3. Zöld hó foltot megtalálta: Prof. Dr. GYÖRFFY (VIII. 30.).

Kryoplankton alkotó; igen nagy mennyiségben, különösen a firn felületi rétegében, de a firn felületén is elég bőven, fekete hóval és egyéb kryoplankton alkotó szervezetekkel együtt.²

Szisztematikai helye.

Az *Ankistrodesmus Tatray*, KÜTZING *Raphidium* szekciójába, a gleccser (firn) lakó alakjaihoz sorolandó. Kizárólagosan firnlakó.

Koloniát nem képez. Az eddig nem ismert gleccserlakó *A. nivale* és *A. Vireti*-től különbözik sejtalakja, mérete, chloroplastis alakja, kifejlett gallertje révén.

¹ Chromotaxia seu Nomenclator colorum polyglottus additis speciminibus coloratis ad usum botanicorum et zoologorum. Exposuit P. A. SACCARDO, Patavii 1891, Tab. II. «35 viridis».

² Ezeket és egyébűt gyűjtött hóminták meghatározásán dolgozom.

Ez a kryoplankton szervezetünk még legjobban hasonlítana az *Ankistrodesmus falcatus* (CORDA) RALFS var. *mirabilis* W. & G. S. WEST-hez (v. ö. PASCHER's Süßwasserfl. Heft. 5. Fig. 289. 1915.), azonban WESTÉK alakja nem firnlakó; sejtje hosszabb (usque 130 μ ; a tátraiak csak 20—34 μ hosszúak) és viszonylag keskenyebb (var. *mirabilis*: 2—3.5 μ (ritkán 5—6 μ széles, tátrai 1.5—2 μ széles). A tátrai növény gallerttel ellátott.

V. részhez felhasznált irodalom.

JOS. BRUNNTHALER: Protococcales in PASCHER's Süßwasserflora Heft. 5, Jena 1915: 186—193.

ROBERT CHODAT: Sur la flore des neiges du Col des Écandies. (Massif du Mont-Blanc). Pl. IX. Université de Genève Laboratoire de Botanique. 4-me Série, I. er Fascicule in Bulletin de l'Herbier Boissier. Tome IV. 1896. Genève 1896: 886—889.

Doct. J. BAPT. DE TONI: Sylloge Algarum. Vol. I. Patavii MDCCCLXXXIX: 592—5.

VI. Befejező.

A Magas-Tátra firnmezőin élő kryoplankton is méltán sorakozik a Tátra egyéb növénycsoportjainak ritkaságaihoz.

A hómezők flóráját különleges figyelemmel gyűjtetem is, mert nagyon elhanyagolt még ez a terrén, már pedig a hó flóráját csak alapos, mikroszkópikus vizsgálatokkal lehet eldönteni, s fajilag determinálva állapítható meg csupán, mi okozza a színes havat.

Az aránylag leggyakrabban előforduló piros hó mivoltával sem vagyunk minden esetben tisztában. Ez ügyben Dr. SCHERFFEL ALADÁR i. t. barátommal folytatott levelezésemből idézem az alábbiakat.

Dr. SCHERFFEL ALADÁR 1923 márc. 20-án írott szíves sorai szerint: «Én magam a *Sphaerella nivalis*-t a Magas-Tátrából eddig nem láttam. A Magas-Tátra hómezőire vonatkozólag, csak mások véleménye után indulhattam, hiszen Te jól tudod, hogy én sohasem jutottam abba a helyzetbe, hogy velők közelebbről megismerkedhessem. Lehet, hogy ott is van vörösen színezett hó, de kérdés, hogy ennek okozója ott is a *Sphaerella nivalis*-e?

Mert az a szervezet, amit *Chlamydomonas flavovirens*-nek¹ tekint WITTROCK — s melyet az Általad Tengersizemcsúcs-on gyűjtött² fekete hóban találtam meg — ha tömegben és tisztán fordul elő, vörösbarnás havat kell előidéznie s ilyen körülmények között a Tátra havában konstatált *Pteromonas nivalis* is inkább rózsaszínű havat hozna létre. A hó vörös színéből még nem következik a *Chlamydomonas* (*Sphaerella*) *nivalis* jelenléte, ezt okvetlenül esetről-esetre mikroszkopice kell megállapítani.» —

Munkám megírásánál több bel- és külföldi botanikus és tudományos szakember segített, amiért egyenként és összesen is el nem muló hálámat kifejezni e helyütt is kedves kötelességem; és pediglen:

Ingenieur JANUSZ CHMIEŁOWSKI (Szopienice), a Tátra csúcsok hirneves ismerője és a «Przewodnik Po Tatrach» nagynevű szerzője, igen behatóan tájékoztatott a lengyel alpin irodalomról és saját sok-sok évi megfigyelése eredményeiről; Dr. TYTUS CHAŁUBIŃSKI «Szesé dni w Tatrach» könyvével megajándékozni s több részét németre lefordítani jó volt. Fogadja e helyütt is: alpin üdvözltem!

Prof. Dr. ROBERT és Dr. F. CHODAT (Genève).

Dr. FILARSZKY NÁNDOR m. kir. udvari tanácsos urat, a M. N. M. Növénytára igazgatóját, amiért több szükségeltem értekezést úgy a vezetése alatt álló intézet, mint saját magánkönyvtárából, régi szepesi auktorokat kiadni szíves volt.

GRÓSZ ALFRÉD (Késmárk) kedves barátom és többször túratársam, a hirneves alpinista (aki a Magas-Tátra összes csúcsát és ormát megmászta), alpin tapasztalatait volt szíves velem közölni élő szóval is, levélileg is.

Prof. Dr. JOZEF ROSTAFIŃSKI (Kraków) nagyértékű útbaigazításával s vonatkozó cikkei kegyes megküldésével járt kezemre.

Prof. Dr. STANISŁAW SOKOŁOWSKI (Kraków) kollégám levélbeli

¹ ROSTAFIŃSKI *Chlamydomonas flavo-virens*-speciesét hibásan «flavotingers»-ként idézi DE-TONI (Syll. Alg. I. 1889: 551. Sp. num. 1322) s utána hibásan veszi át R. CHODAT is (in Bull. de l'herb. BOISSIER IV. 1896: 883.)

² A hómintát még 1910 okt. 16-án gyűjtöttem.

kérdezősködésekre igen beható választ írt (9. X. 1926) s három alpinista fiának, — színes havat illető — alpin tapasztalatait volt szíves megírni. A három kiváló Tátrajáró: Dr. MARJAN SOKOŁOWSKI (botanikus), STANISLAW SOKOŁOWSKI (geológus) és ADAM SOKOŁOWSKI fogadja e helyen is az adatok rendelkezésre bocsátásáért hálás köszönetem.

Dr. KAARE MÜNSTER STRÖM (Oslo) a Skandináv irodalom felől tájékoztatott, saját megfigyeléseit volt jó vélem közölni s megküldeni nagyértékű értekezését.

Öszinte köszönetet mondok Dr. MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR professzor akadémiai r. tag úrnak, amiért dolgozatomat a tek. Akadémia elé terjeszteni kegyes volt; s végül a tek. Akadémia III. osztályát illesse nagy hálám, amiért — nékem az idegennek — helyet adni kegyes volt.

A mikrofotografiák felvételét Prof. Dr. JANKOVICH LÁSZLÓ i. t. collegám ngedélyével OTTOVAY LÁSZLÓ asszistens úr volt szíves végezni.

Írtam: Szegeden, Dr. T. CHAŁUBIŃSKI halálának XXXVII. évfordulója napján.

I. Tábla magyarázata:

1—29. rajz (körülkerített): *Ankistrodesmus Tatrac* KOL n. sp. egyes egyedei. Sejtek ide-oda hajlongók, görbülők és csavarodottak. Chloroplastisok 1, 2 helyen karajos kihasításúak. (Nagyítás 1500:1, Del. et color. Dr. KOL E.)

Alsó 3. rajz. *Ankistrodesmus Tatrac* erősebb nagyítással (3000:1); a sejtek gallerttel fedettek; chloroplastisok kivágása jól látható.

II. Tábla magyarázata:

1. mikrofotografia: *Ankistrodesmus Tatrac* KOL n. sp. Leitz oc. 4. obj. 6 (mikrofotografia OTTOVAY LÁSZLÓ). Gentianaviolettal festett készítmény után.

2. mikrofotografia: erősebb nagyítással ugyanaz (Leitz oc. 4. obj. 12 anners). Gentianaviolettal festett készítményről mikrofot. OTTOVAY LÁSZLÓ.

ÜBER DEN GRÜNEN SCHNEE DER HOHEN-TÁTRA.

(DE NIVE VIRIDI IN MONTIBUS MAGAS-TÁTRA ANNO 1926
LECTA.)

Mit 5 Textfiguren u. 2 Tafeln.

Von Prof. Dr. I. GYÖRFFY.

Diese Abhandlung ist dem Andenken des grossen polnischen Bryologen und Patrioten Dr. TYTUS CHAŁUBIŃSKI gewidmet (zum XL. Jahreswechsel des Erscheinens seines Werkes «Enumeratio muscorum frondosorum Tatrensiurn).

. Teil. Literatur und Daten des farbigen Schnees in der Tátra.

Der erste Beobachter, der roten Schnee gesehen hat, war JAKOB BUCHHOLTZ (1752). Die betreffenden Teile s. im ung. Texte S. 4. Der zweite Beobachter war J. A. CZIRBESZ; blaue und rote Schneeflecken sah er im Poduplasker Tal beim **Gefrorenen See** (S. 4—5.) und grüne Flecken unter dem Krivan im **Handeltal** beim **Grünensee** (S. 5.). Dritter Beobachter war Dr. TYTUS CHAŁUBIŃSKI; er sah roten Schnee zweimal im **Trümmertal** (S. 6—7). Dr. JOS. ROSTAFIŃSKI besuchte den, von CHAŁUBIŃSKI entdeckten Standort (S. 7). Der fünfte, rosaroten Schnee unter dem **Gabelkamm**, zwischen der **Lomnicer** und **Késmarker Spitze** erblickende war ALFRED GRÓSZ (S. 8). Sechste Beobachter waren die Geschw. **Sokolowski** (S. 9) (briefliche Mitt.). Siebenter. Beobachter der Verfasser am 30. VIII. 1926.

Eine tabellarische Übersicht gibt ein klares Bild über das Obige (S. 10—11).

II. Teil. Über das Vorkommen und die Häufigkeit des grünen Schnees in anderen Ländern.

Der grüne Schnee kommt auch anderswo selten vor, z. B. Herr Prof. Dr. F. CHODAT war so freundlich mir mitzuteilen: «la neige vert qui est une grande rareté dans nos Alpes» Dr. F. CHODAT in litt. 6. X. 1926. ad GYÖRFFY). Herrn Prof. Dr. K. MÜNSTER STRÖM's (Oslo) diesbezügliche Zeilen s. S. 12.

III. Teil. Befindet sich in der Tátra ewiger Schnee?

In der Tátra sind mehrere Täler, Schluchten, in welchen der Firn von Jahr zu Jahr den ganzen Sommer hindurch überbleibt. In neuerer Zeit hat ein polnischer Forscher Gletschererscheinungen auf den Firnfeldern beobachtet (Dr. A. GADOWSKI). Mehrere verunglückte Touristen schlafen seit mehreren Jahren unter diesen Firnfeldern. So ist es natürlich, dass die Firnfelder in der Tátra typische Kryoplankton aufweisen können.

IV. Teil. Über den in der dolina Kępy der Belaër Kalkalpen entdeckten grünen Schnee.

Auf der nördlichen Seite der Belaër Kalkalpen in dolina Kępy am 30. Aug. 1926 entdeckte der Verf. in einem Felsenkessel, wohin die Lavinen grosse Schneemengen zusammengetragen haben, den grünen Schnee. Die am selben Tag mitgebrachten Schneeproben bewiesen bei mikroskopischer Untersuchung, dass die Ursache ein Mitglied des Kryoplankton ist, welches in Menge auf und in dem Schnee vegetierte. Am 3 Sept. besuchte der Verf. zur näheren Untersuchung wieder diesen Standort, den ganzen Tag zeichnend u. notierend.

Die Oberfläche des Firns, auch hier löffelartig konkav ausgeschmolzen (1. Textfig.), ist an den Rändern schwarz von den Mikroorganismen und so bildet dieser schwarze Rand eine netzartige Erscheinung. An der Oberfläche waren auffallend grosse grüne Flecken und grüne Schichten (1. Textfig. bei η — δ , μ — o). Die grünen Flecken haben eine ziemlich grosse Breite (47 cm

u. 65 cm! (vergl. Textfig. 2). An mehreren Stellen ist die grüne Farbe von der schwarzen ein wenig bedeckt; am intensivsten war diese hellgrüne Farbe an der Schneeoberfläche bis 2 cm tief, wo dieses Kryoplankton sehr schöne Stecknadelkopfgrosse Kügelchen bildete. An der SW — Seite am unteren Teil des Firnes war die grüne Farbe zwischen γ — ϑ und μ — σ (s. Textfig. 3) besonders schön in Schichten ausgebildet. Auf der Textfig. 4 habe ich die einzelnen Schichten genau abgebildet.

Der Urheber der grünen Farbe ist eine kleine Alge: *Ankistrodesmus Tatrae* KOL n. sp.

Von den Schichten ist es ohne Zweifel festzustellen: diese Alge bald unter optimalen (dunkelgrüne), bald unter wenig günstigen Verhältnissen (hellgrün) und endlich unter solchen lebte, wo sie mit ihrem Auftreten sistieren musste (weisser Firn; also bei den frischen Schneefällen). Frischer Schneefall kommt auch im Sommer öfters vor, z. B. 1925 3/4. VIII., 30/31. VIII. 1926 23. VII., 2/3. VIII., 13. VIII., 24. VIII.

Ankistrodesmus Tatrae ist skiaphil; erster Vertreter, dann folgt der schwarze Schnee (der erste ist vielleicht der rote Schnee?).

Der Verf. hat mit dem Eispickel einen grossen Teil des Firnes abgehackt, Längsschnitte gemacht um Erfahrungen zu gewinnen: wie weit die grüne Farbe ins Firn eindringt? Textfig. 5 zeigt so einen Längsschnitt; die zwei oberen Flecken dringen bis 7—8 cm ein, unten aber dringen die zwei auffallende grünen Schichten in eine Tiefe von 25 cm!

Der, den grünen Schnee in sich bergender Felsenkessel liegt im Wege der Lawinen, welche dorthin öfters herabstürzen. Ober dem Felsenkessel, auf den Lehnen ist *Krummholz*-Region, gemischt mit *Fichten*, *Zirbelkiefern*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*.

Dieser Felsenkessel bekommt auch noch zu Mittag (30. Aug. u. 3. Sept.) keinen Sonnenschein.

Ankistrodesmus Tatrae ist ein arktisches Element.

V. Teil enthält: *Ankistrodesmus Tatrae* Kol n. sp.

Verfasst von Dr. ELIZABETH KOL. Die Verfasserin gibt eine ausführliche lateinische Diagnose (S. 23), dann eine ausführliche Beschreibung folgenderweise.

Firn bewohnend. Zellen einzeln im Firn lebend, Krypoplankton bildend. Sie leben an der Oberfläche des Firms und im Firn drinnen. Sie dringen bis 5 cm tief ins Firn hinein, wo sie wunderschöne, stecknadelkopfgrosse Kügelchen bilden; die hellgrüne Farbe gehört nach SACCARDO's Chromotaxia in die «35. viridis»-Gruppe, ähnelt sehr dem Grünen der Conjugaten.

Zellen meistens spindelförmig, an beiden Enden stumpf, lang zugespitzt (Taf. 2. Fig. 1—29), sich in verschiedener Richtung krümmend, oft spiralig gewunden. Häufig Halbmond- oder S-förmig gekrümmt, aber die Enden liegen nicht in einer Ebene (auf der Mikrophotogr. auch sichtbar). Die Spitzenbreite: 15—30 μ , so entspricht ihre ganze Länge einer Weite von 20—35 μ ; die Breite 1.5—2 μ ; Zellwände sehr dünn, mit dünnen Gallert bedeckt.

Chloroplast, 1 selten 2, plattenförmig; in der Mitte oder an einer Stelle oder an zwei Stellen bogenrund ausgeschnitten (Taf. I, untere 3 Figuren).

Kein Pyrenoid.

Hab.: Hohe-Tátra, in der nördlichen Seite der Belaër Kalkalpen, in der dolina Kepy, 1340 M. ü. d. M. am 30. Aug. 1926 von Prof. Dr. I. GYÖRFFY entdeckt. Dr. Kol sammelte sie in Menge am 3. IX. 1926.

Krypoplankton bildend; besonders häufig in den oberflächlichen Schichten des Firms; an den Oberflächen häufig im schwarzen Schnee zerteilt.

Systematischer Platz.

Ankistrodesmus Tatrae gehört in die *Raphidium* KÜTZING-Sektion, ist ein ausschliesslicher Firnbewohner.

Niemals Colonien bildend.

Unterscheidet sich von den Gletscherbewohnenden Arten: *A. nivale* u. *A. Vireti* durch die Form, Mass der Zellen, Chloroplastenform und durch die ausgebildete Gallerthülle.

Ankistrodesmus Tatras steht, bezüglich der Form noch am nächsten zum *Ankistrodesmus falcatus* var. *mirabilis*, ist aber von diesem dadurch verschieden, dass letzterer nicht Firnbewohnend ist; die Tatra-Pflanze ist 20—35 μ lang, während var. *mirabilis* usque 130 μ ! Der Tatra *Ankistrodesmus* ist 1.5—2 μ breit, während var. *mirabilis* 2—3.5 μ , so sieht letzterer schmaler aus. Die Tatra-Pflanze ist mit Gallerthülle bedeckt.

Schlussstil. Die Untersuchung des Kryoplankton der Tatra ist eine recht interessante Sache, desswegen lässt der Verf. die Schneeflora in lebhafter Weise studieren, denn nur die mikroskopischen Untersuchungen können — selbstverständlich — entscheiden, welche Organismen den farbigen Schnee verursachen, wie es in einen Brief (von 20. März 1920) an Prof. Dr. GYÖRFFY Dr. SCHERFFEL betont; wo er u. A. erwähnt, dass *Pteromonas nivalis* rosaroten Schnee, während *Chlamydomonas flavovirens* (welche Prof. GYÖRFFY am 16. Okt. 1910. an der Meeraugspitze (Rysy) einsammelte; determ. Dr. SCHERFFEL) eher rotbraunen Schnee verursachen könnte, wenn sie in Menge auftreten würden.

Endlich spricht der Verf. mehreren aus-und inländischen Fachmännern für die freundliche Unterstützung seinen innigsten Dank aus.

Figuren u. Tafelerklärung.

Textfig. 1. (Seite 17.) Firn, von der südöstlichen Seite gesehen; löffelförmig konkav ausgeschmolzene Oberfläche, an Rändern auf schwarzen Schnee gezeichnet, so sieht die Oberfläche netzartig aus. Schichten sind grünfarbig. (Am Standort vom Verf. gezeichnet.)

Textfig. 2. (Seite 18.) Ein besser detaillierter Netzspiegel, wo die Verteilung dem schwarzen, grünen und dunkelgrauen Schnee entsprechend markiert ist (nach am Standort gefertigter Zeichnung des Verfassers). Seitlich ist das Profil eines Oberflächenteils sichtbar.

Textfig. 3. (Seite 19.) Zwei Firnnetzspiegel.

Textfig. 4. (Seite 21.) Die miteinander wechselnden Schichten mit genau angegebenen Dicken zwischen η —9 und μ —0.

Textfig. 5. (Seite 22.) Mit Eispickel gehackter Längsschnitt durch eine Firnkante, um zu erfahren, wie weit die grünen Mitglieder des Kryoplanktons eindringen; die zwei oberen grünen Flecken bis 8, resp. 7 cm, während die zwei unteren grünen Streifen bis 25 cm eindringen. (Nach einer an Ort u. Stelle gefertigten Zeichnung des Verfassers.)

Taf. I.

Fig. 1—29. (Der Obere Teil eingerahmt), *Ankistrodesmus Tatrae* KOL. n. sp. Die Zellen hin u. her gebogen, gekrümmt. Chloroplasten einzeln oder oft zwei in einer Zelle bogenförmig ausgeschnitten. (Vergr. 1500 : 1.) Gezeichnet von Dr. ELIZABETH KOL.

Fig. 1—3. (unten mit stärkerer Vergrößerung 3000 : 1). Die Zellen mit Gallerte bedeckt. Gezeichnet von Dr. E. KOL.

Taf. II.

Mikrofotografie 1. *Ankistrodesmus Tatrae* KOL. n. sp. (mikrofot. Leitz Oc. 4. obj. 6. Nach mit Gentianaviolett gefärbtem Präparat. Mikrofot. LADISLAUS OTTOVAY.)

Mikrofot. 2. *Ankistrodesmus Tatrae* KOL. n. sp. mit stärkerer Vergrößerung (Leitz Oc. 4. Immers. obj. 12. Nach mit Gentianaviolett gefärbtem Präparat mikrofot. LADISLAUS OTTOVAY.)

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 6. Dezember 1926.)

REDUKÁLÓ DISZACCHARIDOK LEBONTÁSA.

II. rész. A cellobióz szerkezete.

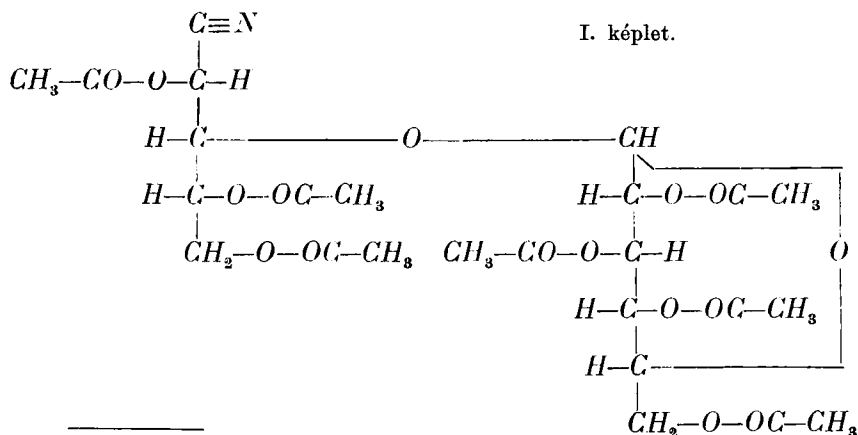
ZEMPI.ÉN GÉZA 1. tagtól.

Egy korábbi értekezésemben¹ eljárást ismertettem, mely lehetségessé teszi a redukáló diszaccharidok szakaszos lebontását és amelynek segítségével a diszaccharidokban összekapcsolt monó-
zok összekapcsolási helyét biztonsággal megállapíthatjuk.

A cellobiózra alkalmazva az eljárást, a következő eredmény-
hez jutottam.

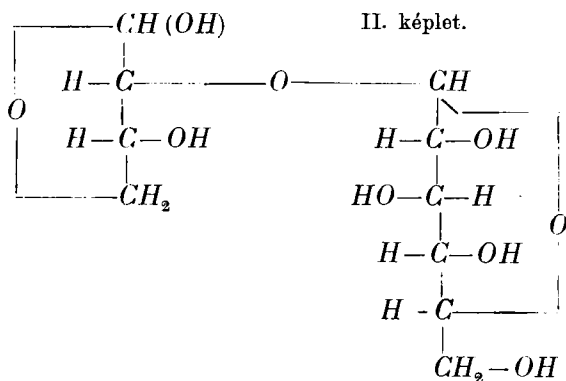
A három kristályos heptaacetylglüko-arabinóz elszappanosítva ugyanazt a szabad glüko-arabinózt szolgáltatja és ugyanazt a glüko-arabinóz-phenylosazont adja, jelölül annak, hogy mind a három acetylvegyület ugyanahhoz a biózhoz tartozik.

A szabad glüko-arabinóz szintelen szirup, mely vízben könnyen, alkoholban nehezen oldódik, kristályosodásra hajlama nincsen. A szirup azonban átalakítható oximmá, az oxim pedig ecetsavanhydriddel és vízmentes nátriumacetáttal átalakítható részben az acetylezett glüko-arabonsavnitrillé (I. képlet):

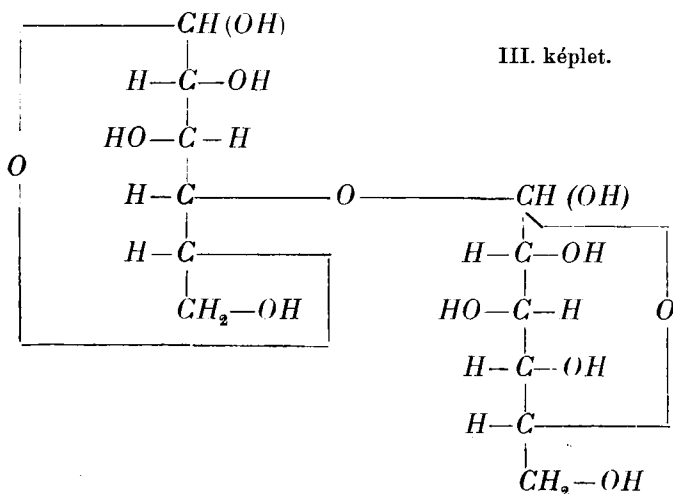


¹ Mat. és Termtud. Ért. 43. k. 111. l. (1926).

Oldószerekkel való szisztematikus kezelés útján a nitril nitriltartalmát 70 %-nyira lehetett fokozni, a változatlan rész acetylezett oxim. Ezzel a készítménnyel kísértem meg a lebontást a d-glüko-erythrózá. Mivel a nyert bióz osazonképződésre alkalmas már nem volt, szerkezetét a következő szimbólummal fejezhetjük ki (II. képlet):



A glükoerithröz szimbólumának alapján a cellobióz szerkezete is végérvényesen meg van állapítva. Ez a szerkezet azonos azzal, melyet legújabb időben az angol kutatók a cellobiózra nézve javasoltak és melyet a következő szimbólum fejez ki (III. képlet):



KÍSÉRLETI RÉSZ.

A cellobióz előállítása a 222° olvadáspontú oktaacetylcellobiózból.

400 gr oktaacetylcellobiózt 1 l kloroformban oldva, jég- és sóból készült hűtőkeverékben erősen lehütünk. 1 l absolut methylalkoholban 20 gr fémnátriumot oldunk s ezt az oldatot is lehütjük hűtőkeverékben. A nátriummethylátoldatot erős rázogatas mellett az oktaacetylcellobióz kloroformos oldatához öntjük és állandó hűtés mellett tovább rázzuk. Az eleinte tiszta oldatból gyorsan kiválik a nátriummethylát-addíciós termék, az egész zselatinszerű tömeg lesz. A termék körülbelül 5 perc alatt válik ki teljesen. Most kis részletekben, rázogatas mellett, 1 l jegesvizet adunk hozzá. Az addíciós vegyület gyorsan oldatba megy, miközben ecetszter hasad le róla. A reakciókeveréket választótölcsérbe töltjük és a kloroformos rétegből körülbelül 10 cm³-t leengedve, vízfürdön gyorsan bepároljuk. Ha a reakció lefolyása jó volt, a kloroform elpárolgása után egyáltalán semmi, vagy csak igen kevés maradék marad. A lúgos kémhatású reakciókeveréket most 40–50 cm³ ecetsavval megsavanyítjuk, egyszer átrázzuk és a kloroformréteget leengedjük. A vizes-alkoholos oldatot vakuumban szirupsűrűségűre pároljuk be. A cellobióz itt részben már kikristályosodik. A szirupot 1 l meleg absolut alkoholba öntjük. A cellobióz szép, szintelen kristályokban válik ki. Éjszakai állás után leszívatva kevés absolut alkohollal mossuk és 40–50°-on szárítjuk. Kitermelés 180–185 gr cellobióz, melyet a nitril előállítására minden további kezelés nélkül felhasználhatunk.

Oktaacetylcellobionsavnitril.

100 gr (77 %-os) sósavas hydroxylamint 25 cm³ vízben oldunk vízfürdön. 23 gr fémnátriumot 500 cm³ absolut alkoholban oldunk és lehűtve, rázogatas közben, a hydroxylaminechlorhydrat oldathoz adjuk, utána 1/2 óra hosszat hűtőkeverékben áll. Leszívatva absolut alkohollal jól kimossuk. Ezt az alkoholos hydroxylaminoldatot (körülbelül egy liter) 600 cm³ meleg vízben

oldott 150 gr cellobiózhoz adjuk, vízfürdön, kis részletekben. Az összeöntést úgy kell végezni, hogy cellobióz ne váljon ki. A lombikot ezután 55°-os vízfürdőben tartjuk 1 és $1\frac{1}{2}$ óra hosszát, utána vakuumban sűrű sziruppá pároljuk be, abszolút alkohollal összerázva szárazra pároljuk s az abszolút alkoholos kezelést és bepárlást megismételjük. A maradékot 1 l ecetsav-anhydriddel és 150 gr megömllesztett nátriumacetáttal vízfürdön melegítjük. Itt nagyon kell vigyázni, mert a reakció néha túlheviesen indul meg és a termék elgyantásodik. Síma lefolyású reakciónál a teljes oldódásig a reakcióhő nem megy fel 100°-ra. A reakciót úgy szabályozzuk, hogy kellő pillanatban a lombikot hideg vízbe mártjuk. Teljes oldódás után 1 óra hosszát 110°-os olajfürdőben tartjuk. Utána körülbelül 80°-ra hűtve, 3·5 l vízbe öntjük. Sötétbarna olaj válik ki. A vizes részt leöntve, az olajat új vízzel dolgozzuk át. Erre elég gyorsan kristályosodik és porrá dolgozható szét. Az első anyalúgból, éjszakai állásra, szép, hosszú, szintelen tűkben kristályosodik ki a nitril. Másnap mindkét terméket leszivatjuk és vízzel mossuk ki, majd 1 l kloroformban oldva választótölcsérbe öntjük és a vizes résztől elválasztjuk. A kloroformos oldatot állati szénnel rázva össze, kettős redős szűrőn szűrjük le. Választótölcsérben kétszer 400—400 cm³ vízzel mossuk, szűrjük és vakuumban bepároljuk. A maradék sűrű olaj, ezt 1 l forró alkoholban oldjuk, leszűrjük és éjszakán át állni hagyjuk. Az anyag szintelen, túalakú kristálynyalábokban válik ki. 150 gr cellobiózból kereken 150 gr nitril lesz, vagyis a kitermelés 50 %-a az elméletinek.

Az analízishez forró alkoholból még egyszer át lett kristályosítva és 80°-on szárítva.

- I. 20·920 mgr : 37·850 mgr CO₂ és 10·190 mgr H₂O.
- II. 21·600 " : 39·020 " CO₂ és 11·060 " H₂O.
- III. 7·220 " : 0·162 cm³ N, 20° és 717 mm-nél (korr.)
- IV. 7·230 " : 0·157 " N, 20° és 718 " "

Oktaacetylcellobionsavnitril: C₂₈H₃₇O₁₈N = 675·45.

Számított: 49·77 % C, 5·52 % H és 2·07 % N.

Talált: I. 49·36 % C, 5·45 % H és III. 2·46 % N.

II. 49·28 % C, 5·73 % H és IV. 2·39 % N.

A nitrilmeghatározáshoz az anyagot (0.5 gr) 35 cm³ methylalkoholban oldva, 4 cm³ vízben oldott 0.3 gr ezüstnitrátot és 4 cm³ koncentrált ammóniát adunk hozzá, éjszakai állás után híg salétromsavval megsavanyítva még két órát áll. Utána az ezüsty-cyanidot szűrjük.

V. 0.5010 gr : 0.0974 gr *AgCN*, VI. 0.5064 gr : 0.0958 *AgCN*.
Oktaacetylcellobionsavnitrilre (C₂₈H₃₇O₁₈N) számítva: 3.85 % *CN*.
Talált: V. 3.77 % és VI. 3.67 % *CN*.

Optikai meghatározások:

$$a_D^{18.5^\circ} = + \frac{2.30 \times 23.3322}{1 \times 1.472 \times 1.0640} = + 34.26^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az anyag pontosan 132°-on olvad szintelen folyadékká. Kloroform, aceton és ecetszter, forró alkohol és methylalkohol jól oldják, hidegen nehezebben, æther nehezen és petrolæther igen nehezen.

A redukálóképesség meghatározása hidrolízis előtt és után.

0.2176 gr anyagot pár cm³ alkoholban oldva, pár csepp nátriumhydroxidot és kevés vizet adva hozzá, redukálóképességét határozzuk meg BERTRAND szerint. Fogy rá 12.0 cm³ *n*/10 káliumpermanganát, ez megfelel 17.6 % glükóznak. 0.2356 gr anyagot 10 %-os sósavval 2 óra hosszat forralva hidrolizáltam. Redukálóképessége így megfelel 26.7 % glükóznak.

Oktaacetylcellobióz-anti-oxim.

Az oktaacetylcellobionsavnitril első anyalúgijából különíthető el. Az ecetsavas anyalúgot nátriumbikarbonáttal semlegesítjük le. Gyanta válik ki. Ezt párszor alkoholból kristályosítjuk át. Körülbelül ötszöri átkristályosítás után szintelen tüket kapunk, melyek kapillárisban 165°-on olvadnak. A terméket vízmentes nátriumacetát és ecetsavanhydriddel acetylezve nem lehetett nitrillé alakítani. Analízishez 50°-on szárítottam.

20·220 mgr : 36·340 mgr CO_2 és 10·130 mgr H_2O .

6·780 « : 0·14 cm^3 N, 20° és 721 mm (kor.) mellett.

$\text{C}_{28}\text{H}_{39}\text{O}_{19}\text{N}$ (693·46)-ra számítva:

48·47 % C, 5·67 % H és 2·02 % N.

Talált: 49·01 % C, 5·60 % H és 2·28 % N.

Redukálóképessége 35·8 % glükóznak felel meg, 5 %-os só-savval való hidrolízis után pedig 49·9 % glükóznak.

Hidrolízis előtt csak igen kevés osazont ad. 5 %-os sósavval hidrolizálva glukoszazont ad, mely 207°-on bomlás közben olvad. (1 gr oktaacetylvegyületből 0·37 gr osazon.)

Oldódási viszonyai hasonlóak az oktaacetylcellobionsavnitriléihez, de az acetylezett oxim átalában könnyebben oldódik, főleg hig ecetsavban.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{19} = - \frac{0.48 \times 23.2450}{1 \times 1.472 \times 0.9592} = - 7.9^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az oktaacetylcellobionsavnitril lebontása.

200 gr oktaacetylcellobionsavnitrilt 500 cm^3 kloroformban oldva, só-jég hűtőkeverékben lehütünk és rázogatás közben 500 cm^3 absolut methylalkoholban oldott és ugyanúgy lehűtött 10 gr fémnátriumot adunk hozzá. Az addíciós termék hamar megjelenik itt is, de nem válik ki oly nagy mennyiségben, mint az oktaacetylcellobióznál. A reakciókeverékhez apránként és rázogatás közben 500 cm^3 jegesvizet adunk. Utána választótölcsérbe öntjük. A kloroformos részt leengedve, a vizes-alkoholos oldatot 500 cm^3 vízzel higitjuk és 50 gr ecetsavat adunk hozzá. Ezután 100 gr ezüstnitrátból készített ezüstoxidot 250 cm^3 ecetsavval összerázva feliszapolunk és az oldathoz adjuk. Pár perc után az összes cyanhydrogen ezüstcyanid alakban válik le. A szüredék ezüstacetát oldattal nem szabad, hogy csapadékot adjon. A reakciókeveréket rövid ideig vízfürdön melegítjük és leszűrjük. A szüredékből az ezüstöt hig sósavval quantitative lecsapjuk úgy, hogy cseppenként adjuk hozzá, míg egyikből sincs felesleg. A több-

nyire kissé sárgás szüredéket csontszénnel derítve, szintelen lesz. A keletkezett glükoarabinózt acetátjai alakjában különítjük el.

Heptaacetyl-d-glüko-arabinóz.

A glüko-d-arabinóz oldatát vakuumban, 40°-os vízfürdőn, erősen besűrítjük, alkoholt adva hozzá még egyszer bepároljuk s e műveletet többször ismételjük, hogy a maradék lehetőleg teljesen ecetsav- és vízmentes legyen. 700 cm³ ecetsavanhydriddel és 150 gr vízmentes nátriumacetáttal rázogatás közben vízfürdőn melegítjük. Oldódás után még egy órát melegítjük és utána 3·5 l vízbe öntjük. A kivált olaj pár perc után kristályosodni kezd. A kristályos lepényt szét nyomkodjuk, egy éjszakán át állni hagyjuk, utána leszivatjuk. 700 cm³ kloroformban oldva a kloroformot a víztől elválasztjuk, szűrjük és előbb 400, majd 300 cm³ vízzel mossuk, csontszénnel derítjük, szűrjük és vakuumban erősen bepároljuk. Erősen kristályosodik. A maradékot 600 cm³ forró alkoholban oldva szűrjük. Egy éjszakai állás után a magas olvadáspontú heptaacetylglükoarabinóz (A) szintelen, hosszú tűkben válik ki. Kitermelés több kísérletben 57—60 gr, vagyis 31—33 %.

Az ecetsavas-vizes anyalúgot háromszor 500—500 cm³ kloroformmal rázzuk ki. Az egyesített kloroformos oldatokat vízzel mossuk és vakuumban sűrű sziruppá pároljuk be. Az olajat a magas olvadáspontú acetyltermék alkoholos oldatának szüredékével együtt dolgozzuk fel. (Lásd lenn.)

A heptaacetylglükoarabinózok analízise és tulajdonságai.

(A) termék. Olvadáspont = 196°.

Szintelen, hosszú, selyemfényű tűk, kapillárisban 196°-on szintelen folyadékká olvadnak. Kloroform, acetón, forró benzol, forró ecetészter jól, forró alkohol kevésbé, hideg alkohol és æther nehezen oldja. Petrolætherben és forró vízben majdnem oldhatatlan. Analízishez 50°-on szárítottam.

22·175 mgr : 39·895 mgr CO₂ és 11·430 mgr H₂O.

Heptaacetylglükoarabinózra ($C_{25}H_{34}O_{17}$) számítva:

49.50 % C, 5.65 % H.

Talált: 49.06 % C, 5.77 % H.

Redukálóképessége hidrolízis előtt — a glükózét 100-nak véve — 3 kísérletben: 26.46, 26.28, illetőleg 26.28 % glukóznak felel meg. 5 %-os sósavval 2 óra hosszat hidrolizálva 46.82 % glukóz.

Optikai meghatározás: kloroformban.

$$[\alpha]_D^{16} = - \frac{1.43 \times 23.686}{1 \times 1.48 \times 1.3501} = -16.95^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A szabad cukor forgatóképességének meghatározásához az optikai meghatározáshoz kloroformban oldott 1.3501 gr anyagot fenti megírt módon elszappanosítva, a vizes oldatot vakuumban bepárolva, abszolút alkohollal többször víztelenítettem és 15 cm³ vízben oldva, 1 cm³-ben a redukálóképességet határoztam meg. Fenti adatok alapján az oldat glükoarabinóztartalma kiszámítható. 1 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 0.006269 gr glükoarabinóz. Fogy rá $4.95 \times$ faktor = 4.87 cm³, így az oldatban 0.4838 gr glukoarabinóz van.

$$[\alpha]_D^{17} = - \frac{3.05 \times 16.1277}{1.019 \times 0.4838} = -99.76^\circ, \text{ vízben.}$$

A forgatás 15 óra alatt nem változott, így tehát a nátrium-æthylátos-vizes szappanosításnál már a végső forgatás áll be.

Osazonpróba: A vizes oldatot, melyből a forgatóképességet határoztam meg, 1 gr sósavas phenylhydrazinnal és 1.5 gr nátriumacetáttal $\frac{5}{4}$ óra hosszat tartottam forró vízfürdőn. A phenylosazon egy része már melegen kiválik. 300 cm³ vízzel hígítva, zárt edényben egy éjjelen át áll. Citromsárga tűk válnak ki, leszívatta hideg vízzel mossuk, súlyuk 0.3574 gr. Kapillárisban bomlás közben 210°-on olvad. Tiszta állapotban forró víz nehezen, meleg alkohol könnyen, hideg nehezebben, vizes ecetészter könnyen, hideg víz, æther és petrolæther igen kevésbé oldja. Forró alkoholból hűlés közben szép citromsárga tűkben válik ki.

Analizishez vakuumban phosphorpentoxyd felett szobahőn szárítottam.

0.1893 gr: 19.5 cm³ nitrogén 22.5° és 757 mm-nél.

Glükoarabinózphenylosazonra ($C_{23}H_{30}O_8N_4$) számítva:

11.43 % N.

Talált: 11.55 % N.

A szappanosításnál keletkező glükoarabinóz hidrolizise.

I. Glükoarabinózzoldatot, melyben, redukálóképesség alapján meghatározva, 1.48 gr glükoarabinóz van, 40 cm³ 2.5 %-os sósavval 2 óra hosszat főzünk, Babo-tölcséren. Kristályos nátrium-acetáttal semlegesítjük, míg kongópapírosra már nem savas. Vakuumban 20 cm³-re pároljuk. 1.5 gr diphenylhydrazint és 20 cm³ alkoholt adunk hozzá és 1/2 óráig melegítjük vízfürdön. Egy éjszakai állás után 1.16 gr d-arabinózdiphenylhydrazont kapunk, olvadáspont 204°.

II. 2.8 gr glükoarabinóztartalmú oldatot hidrolizálva, 1.8 gr diphenylhydrazint adunk hozzá és a d-arabinózt diphenylhydrazonja alakjában leválasztjuk (1.5 gr). Az anyalúgot kiætherezzük és a vizes részt 2 gr sósavas phenylhydrazinnal és 3 gr nátrium-acetáttal 1 óra hosszat vízfürdön melegítjük. Kapunk 0.9 gr phenylglükosazont. Vizes alkoholból átkristályosítva bomlás-pontja 205°.

A 196° olvadáspontú heptaacetylglükoarabinóz anyalúgjainak feldolgozása.

A 196°-os olvadáspontú heptaacetylglükoarabinóz egyesített anyalúgjait, valamint 500 gr oktaacetylcellobionsavnitril első vizes-alkoholos anyalúgjainak kloroformos egyesített kivonatait vakuumban sűrű olajjá pároltam be. A maradékot 300 cm³ forró alkoholban oldva, 300 cm³ ætherrel higitva, zavarosodásig petrolæthert adtam hozzá. 24 óra múlva kristályos csapadék kezd kiválni, mennyisége további petrolæther hozzáadásra lassankint nő. Körülbelül tíznapi állás után leszívatta, 500 cm³ forró methyl-

alkoholban oldjuk s állni hagyjuk egy éjjelen át. 70 gr anyagot kapunk. Kapillárisban már 110° -on zsugorodni kezd és 160° -on igen bizonytalanul olvad. E kristályfrakcióból két heptaacetylglükoarabinózt sikerült tiszta állapotban elkülöníteni.

Fenti anyagból 32 gr-ot Soxhlet-összeállításban 1 óra hosszat extrahálunk ætherrel. Maradék 27 gr, olvadáspontja $154-155^{\circ}$. Az ætheroldatot vakuumban bepárolva, kevés alkoholban oldjuk, 60 cm^3 æthert és pár csepp petrolæthert adva hozzá, állni hagyjuk egy éjjelen át. 4·5 gr válik ki nagy, színtelen prizmákban, olvadáspont $105\cdot5-106^{\circ}$.

A $154-155^{\circ}$ -on olvadó terméket újra ætherrel extrahálva, 18·7 gr marad vissza (olvadáspont $120-140^{\circ}$). Az anyalúgot vakuumban szárazra párolva kevés alkoholban oldjuk és mint előbb, ætherrel és kevés petrolætherrel állni hagyjuk. 3·6 gr $105-106^{\circ}$ olvadáspontú terméket kapunk.

A $120-140^{\circ}$ közt olvadó maradékot 120 cm^3 forró alkoholból kristályosítjuk át. Kapunk 16·5 gr $145-148^{\circ}$ -on olvadó anyagot. Aetherrel újra kifőzve és 150 cm^3 forró alkoholból átkristályosítva olvadáspontja $156-157^{\circ}$ -ra emelkedik, mennyisége 12 gr. 160 cm^3 forró alkoholból újból átkristályosítva 10·5 gr-ot kapunk, szintelen tűk, olvadáspontjuk $157-161^{\circ}$. Ismételt átkristályosításra sem emelkedik tovább az olvadáspont.

A $157-161^{\circ}$ -on olvadó heptaacetylglükoarabinóz

(B) analízise és tulajdonságai.

Színtelen, hosszú, selyemfényű tűk. Kapillárisban hevítve 157° -on kezdenek zsugorodni. 161° -on szintelen folyadékká olvad az anyag. Oldódási viszonyai hasonlóak a 196° -on olvadó heptaacetyltermékéihez, de az összes oldószerekben valamivel jobban oldódik nála.

Az analízishez 50° -on szárítottam.

20·410 mgr: 37·010 mgr CO_2 , 10·250 mgr H_2O .

Heptaacetylglükoarabinózra ($\text{C}_{25}\text{H}_{34}\text{O}_{17}$) számítva (606·40).

49·49 % C, 5·65 % H.

Talált: 49·45 % C, 5·62 % H.

Redukálóképessége hidrolízis előtt 26·13 %, hidrolízis után 46·54 % glükóznak felel meg.

Az optikai meghatározásokat a 196°-on olvadó termékénél leírt módon végeztem.

A heptaacetyltermék forgatóképessége kloroformban:

$$[\alpha]_D^{16} = - \frac{4 \cdot 40 \times 23 \cdot 7414}{1 \times 1 \cdot 478 \times 1 \cdot 4063} = - 50 \cdot 25^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A szabad cukor forgatóképessége:

$$[\alpha]_D^{17} = - \frac{3 \cdot 95 \times 16 \cdot 2786}{1 \times 1 \cdot 018 \times 0 \cdot 6172} = - 102 \cdot 3^\circ, \text{ vízben.}$$

Osazonpróba: 0·5452 gr bióz oldata a 196°-os olvadáspontú termékhez hasonlóan kezelve 0·5536 gr phenylosazont ad, sajátosságai is teljesen ugyanazok. 214° körül bomlás közben olvad.

0·1918 gr: 19·4 cm³ N, 21° és 762 mm-en.

Glükoarabinózphenylosazonra ($C_{23}H_{30}O_8N_4 = 490 \cdot 40$)

számítva: 11·43 % N.

Talált: 11·55 % N.

A 105·5—106°-on olvadó heptaacetylglükoarabinóz (C) analízise és sajátosságai.

Az anyag mindkét magasabban olvadó heptaacetylglükoarabinóznál sokkalta jobban oldódik valamennyi oldószerben. Különösen az ætherben való oldódása érdemel említést. Ebből szépen kristályosodik. Kis, szintelen prizmákat alkot, melyek kapillárisban hevítve 105·5—106° közt olvadnak szintelen folyadékká.

Az analízishez 50°-on szárítottam.

20·760 mgr: 37·510 mgr CO_2 és 10·420 mgr H_2O .

$C_{25}H_{34}O_{17}$ (= 606·40)-re számítva: 49·50 % C, 5·65 % H.

Talált: 49·28 % C, 5·62 % H.

Redukálóképessége hidrolízis előtt 26·17 % glükóz, 5%-os sósavval 2 óra hosszat hidrolizálva 46·38 % glükóznak felel meg.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{16^\circ} = + \frac{1 \cdot 10 \times 23 \cdot 8322}{1 \times 1 \cdot 476 \times 1 \cdot 4807} = + 12 \cdot 0^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A szabad cukor forgatóképessége, fenti kísérleteknél leírt módon meghatározva:

$$[\alpha]_D^{17^\circ} = - \frac{3 \cdot 90 \times 16 \cdot 1634}{1 \times 1 \cdot 018 \times 0 \cdot 6570} = - 94 \cdot 24^\circ, \text{ vízben.}$$

Az osazonpróbában 0·5802 gr anyag 0·4836 gr glükó-arabinózfenylosazont ad. Olvadáspontja 214° körül, bomlás közben. 0·2150 gr: $20 \cdot 9 \text{ cm}^3 \text{ N}$, 22° és 762 mm-en.

Glükóarabinózfenylosazonra ($C_{23}H_{30}O_8N_4 = 490 \cdot 40$)

számítva: $11 \cdot 43 \% \text{ N}$.

Talált: $11 \cdot 05 \% \text{ N}$.

A három heptaacetylglükóarabinóz anyalúgjainak vizsgálata.

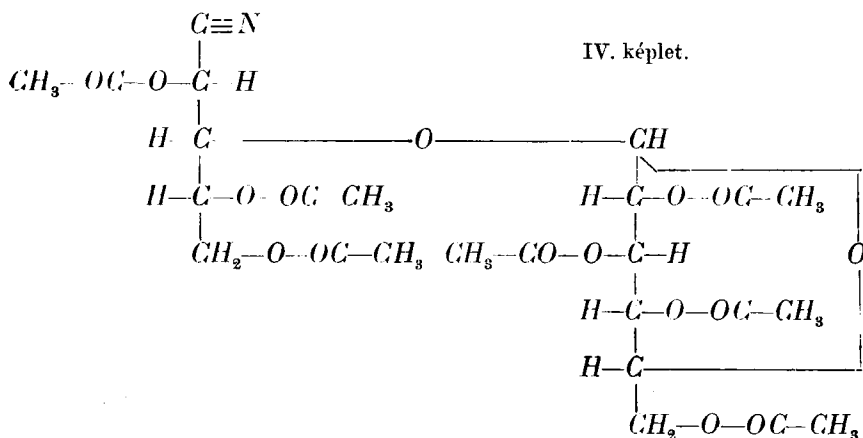
500 gr oktaacetylcellobionsavnitril lebontva összesen 146 gr 196° olvadáspontú heptaacetylglükóarabinózt és 70 gr $104\text{--}140^\circ$ közt olvadó heptaacetylglükóarabinózkeveréket ad. Az anyalúgból, hosszas állásra, további kristályos termék válik ki. Az anyalúgban levő anyagok megvizsgálására az olajat négy frakcióra osztottam. Az anyalúgokat vakuumban elég erősen bepároltam, maradék 180 gr; 800 cm^3 aetherben oldva 5 cm^3 petrolæthert adtam hozzá, kivált 25 gr olaj (I.). A leöntött anyalúghoz 20 cm^3 petrolæthert adva 33 gr olaj válik ki (II.). A leöntött anyalúgból 100 cm^3 petrolæther hozzáadására 68 gr olaj (III.) válik ki. Az utolsó anyalúg vakuumban bepárolva 45 gr-ot ad (IV.). A II-es frakciót 100 cm^3 ecetsavanhydriddel és 20 gr vízmentes nátrium-acetáttal vízfürdön 1 óra hosszat melegítve megacetylezük és utána vízbe öntjük. A kiváló olajat kloroformban oldva vízzel mossuk és vakuumban bepároljuk. Az anyag az acetylezés előtti II-es frakcióval azonosnak bizonyult.

A hidrolízis előtt és után meghatározott redukálóképesség és az osazonpróba szerint a frakciók fő tömegükben, 90 % feletti tartalommal, szintén heptaacetylglükóarabinózek, azonban kris-

tályosodásukban egymást gátolják. Ezeket az amorf frakciókat elszappanosítás után éppúgy fel lehet használni a további műveletekre, mint a tiszta, kristályosított termékekből előállított glükó-arabinózt.

A glükó-d-arabinóz lebontása.

30 gr glükóarabinózt tartalmazó oldatot az oktaacetylcellobionsavnitril előállításánál leírt módon megoximezünk. Az oximképzés nehézségek nélkül megy, de az átalakulás a kívánt acetylezett nitrilbe (IV. képlet) lassabban és jelentékeny gyantásodás mellett megy végbe.



2 óra hosszat kell 110°-os olajfürdőben hevíteni, hogy a kívánt nitriltartalmat elérjük. A reakciókeveréket apróra tört jégre öntjük, a kívált olaj egy éjjelen át áll. Az anyalúgot ismételten destillált vízzel cseréljük ki. Az anyag közben sötétbarna porrá megy szét. Leszívátva kloroformban oldjuk (sok gyanta marad vissza), szűrjük. A szüredéket vízzel mossuk, a kloroformos részt vakuumban bepároljuk, a maradékot 20 cm³ alkoholban oldjuk, 150 cm³ aethert, majd cseppenként petrolaethert adunk hozzá. A szennyezések barna pelyhek alakjában válnak ki. A világossárga oldatot vakuumban erősen bepárolva a maradékban (15 gr) nitrilmeghatározást végeztem. E meghatározás alapján az anyagban 66·8 % heptaacetylglükóarabonsavnitril van. A maradék acetylezett oxim. Külön kísérletek szerint az oxim

az osazonpróbánál csak igen kis mennyiségű osazont ad, e szerint az osazonpróbánál nem zavar.

10 gr terméket teljesen az oktaacetylcellobionsavnitril lebontásánál megírt módon kloroformos oldatban nátriummethylláttal, majd vízzel szappanosítunk el. A keletkezett cyanhydrogent ecetsavas oldatban levő ezüstacetáttal távolítjuk el. Az oldatot ezután nátronlúggal megközelítőleg lesemlegesítjük és vakuumban alacsony hőmérsékleten bepárolva párszor abszolút alkohollal pároljuk le. A maradékot 100 cm³ vízben oldva, titrálás alapján meghatározzuk a cukortartalmát. Ez glükózra számítva 1·3 gr. Az oldat 50 cm³-éhez 2 gr sósavas phenylhydrazint adva forró vízfürdőben melegítjük. 1/2 óra múlva az oldatot a kivált kevés anyagról leszűrve még 3/4 óra hosszat melegítjük. Kevés osazon még melegen kiválik, a többi lehüléskor, összesen 0·1 gr. Nitrogéntartalom 14 %. A termék kevés glükoarabinózosazon és csekély mennyiségű, hidrolízis útján keletkező glükosazon, illetőleg erithrózosazon keveréke. Az osazon bomlásponjtja 196°. A főtermék a glükoerithröz, hidrazon alakban oldva marad.

Az oldat második felét 5 %-os sósavval 2 óra hosszat forraljuk visszacsepegő hűtő alkalmazása mellett, Baro-tölcséren. Lehűtve nátronlúggal semlegesítjük és pár csepp ecetsavval savanyítva állati szénnel derítjük és 2 gr sósavas phenylhydrazint adva hozzá, az osazonpróbát végezzük el vele. 0·7 gr citromsárga osazont kapunk, olvadáspont 205°, nitrogéntartalom 15·7 %. A termék glükosazon, mely a glükoerithröz hidrolízisének keletkezik. A hidrolízisnél betartott körülmények közt ugyanis az erithröz elhomlik. Hogy az erithröz megmaradhasson, a hidrolízist híg savakkal kell végezni. A glükoerithröz oldatát 1 %-os sósavval 1 óra hosszat melegítjük vízfürdőn, az oldatot lehűtjük, nátriumacetáttal és sósavas phenylhydrazinnal elegyítjük. Hidegen állva egy osazon válik ki, mely az erithrózosazon összes sajátságait mutatja.

Fent leírt kísérletek elvégzése körüli hozzáértő közreműködésükért Kiss Dénes, Csűrös Zoltán és Müller Sándor uraknak e helyen fejezem ki köszönetemet.

Ezeket a kutatásokat az Országos Magyar Természettudományi alap anyagi támogatásával végeztem.

ABBAU DER REDUZIERENDEN BIOSEN.

II. Konstitution der Cellobiose.

Von GÉZA ZEMPLÉN, k. Mitglied der Akademie.

In einer früheren Arbeit wurde eine Methode zum Abbau der acetylierten Biosenitrile ausgearbeitet. Diesem Abbau wurde die Cellobiose unterworfen. Die gebildete Glykoarabinose konnte nochmals in ein acetyliertes Nitril überführt werden, das beim Abbau eine Glykoerythrose gab, die zur Osazonbildung nicht mehr befähigt ist. Die Versuche beweisen, dass das erste Kohlenstoffatom der einen Glykosekomponente mit dem vierten Kohlenstoffatom der anderen glykosidisch verbunden ist. Die Arbeit erschien unterdessen auch in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft Bd 59, S. 1254 (1926).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 4. Oktober 1926.)

REDUKÁLÓ DISZACCHARIDOK LEBONTÁSA.¹

III. A turanóz és melecitóz szerkezetének megállapítása.

ZEMPLÉN GÉZÁ-tól.

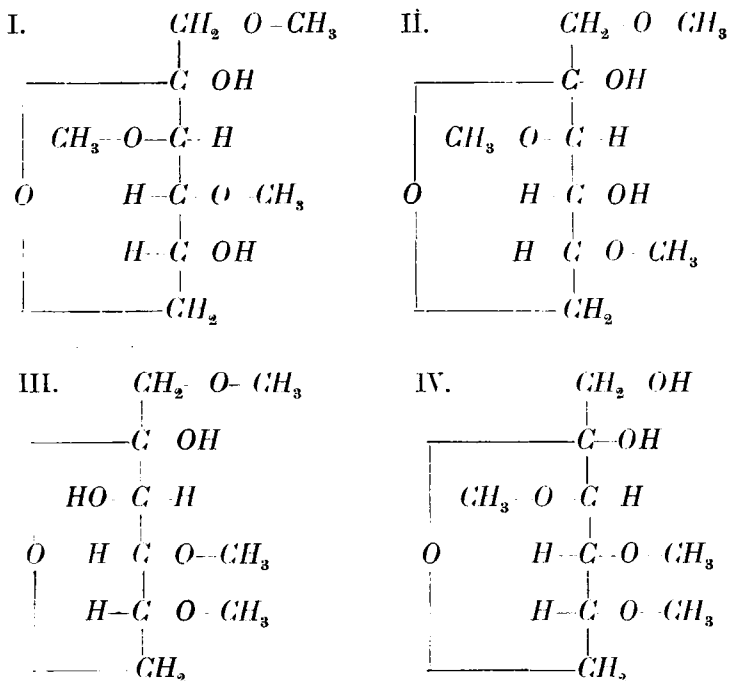
Régebbi kutatók² s főleg TANRET³ derítették ki, hogy a melecitóz egy trisaccharid, mely két molekula glükózból és egy molekula fruktózból áll. A melecitóz ugyanis hig ásványsavakkal, vagy ami még jobb, 20%-os ecetsavval hydrolysálva, glükóz- és turanózra bomlik. A turanóz redukáló diszaccharid s hydrolysálva glükóz- és fruktózra hasad. Mivel brómmal oxydálva *nem* ad 12 szén-atómos savat, a turanózban a fruktóz redukáló csoportja szabad. Ezen tények alapján a melecitóz szerkezete megegyezik a nádcukoréval, de a fruktóz-csoport egyik hydroxyljébe még egy glükóz-molekula kapcsolódik anhydridszerűleg. Az eddigi módszerek, főleg az angol iskola methylezési eljárása, még nem voltak annyira kidolgozva, hogy segítségükkel a turanózt felépítő glükóz és fruktóz kapcsolódási helyét és ezzel a melecitóz szerkezetét kideríthettük volna. A tizenegyszer methylezett melecitóz ecetsavas hydrolysisénél keletkező methylezett turanóz ugyanis savas hydrolysisnál trimethylfruktózt ad s ezt, minden további nélkül, identifikálni nem lehet. A heptamethylturanóz hydrolysisénél keletkező trimethylfruktóz elméletileg lehetséges szerkezete a következő négy szimbólummal fejezhető ki:

¹ I. közlemény: ZEMPLÉN GÉZA: Mat. és Term. Ért. 43. K. 111. l. (1926).

² Lásd: Biochemisches Handlexikon Bd II, VIII és X.

³ GEORGE TANRET: Bulletin de la soc. chim. 35, 816 (1906).



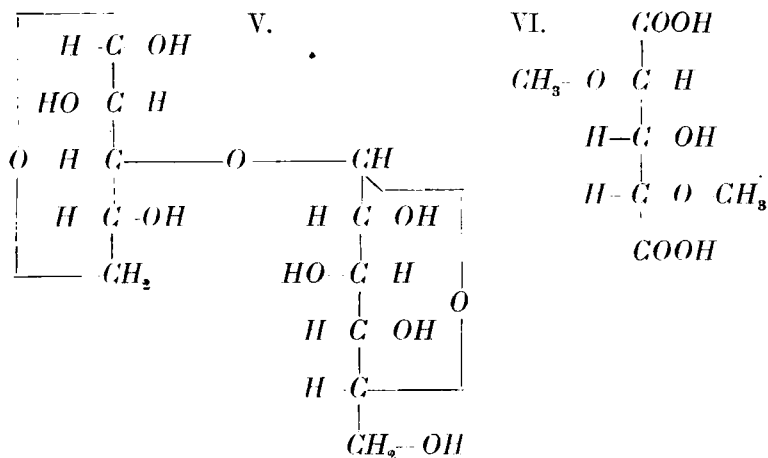


A IV-es szerkezetű trimethylfruktóz adna oszazont, a III-as szerkezetű pedig Na-amalgammal redukálva oly anyagot adna, melynek forgatóképessége bórsav hozzáadására megváltoznék.¹ Egyébként a III-as és IV-es szerkezetek már eleve kevésbé voltak valószínűek. Komoly megfontolás tárgyává így csak az I-es és II-es szerkezeteket kellett tenni. Ebben a kérdésben a megfelelő trimethylfruktózok oxydatiója útján keletkező dimethoxy-oxyglutarsavak vizsgálata alapján lehetett a döntő szót kimondani. A III-as és IV-es szerkezet közötti különbség megvizsgálásához szükséges, az összehasonlítás alapját képező anyagok ez ideig még hiányoztak. Azt reméltem, hogy a 2-3-4-6-tetramethylglükóz lebontásával sikerül az 1-2-3-5-tetramethylarabi-

¹ W. N. HAWORTH és J. G. MITCHELL: Journ. Chem. Soc. 123, 309 (1923).

nózhoz eljutnom, mely oxydálva ismert szerkezetű dimethoxy-oxyglutarsavat kellett volna hogy adjon. E lebontás azonban nem volt keresztülvihető, mert a 2-3-4-6-tetramethylglükóz oximjét¹ kísérleteim során nem sikerült átalakítani a megfelelő nitrillé.

Egy korábban megjelent dolgozatomban leírtam, hogyan lehet a cellobiózt glükoarabinózzá lebontani. Ez az eddig ismeretlen glükoarabinóz (V. szerkezet) oly arabinóz-csoportot tartalmaz, mely a glükoarabinóz teljes methylezése és hydrolysisé után oxydálva ismert szerkezetű dimethoxyoxyglutarsavat (VI. szerkezet) kell hogy adjon.



Ha e dimethoxyoxyglutarsavat összehasonlítjuk azzal, melyet a teljesen methylezett turanóz hydrolysisénél keletkező trimethyl-fruktóz oxydálásával nyerhetünk, az összehasonlítás alapján felderíthető a turanóz, illetőleg melecitóz szerkezete.

Mint látható, a kérdés eldöntésére az angol iskola methy-

¹ JAMES COLQUHOUN IRVINE és AGNES MARION MOODIE: Chem. Soc. 39, 95 (1908). J. C. IRVINE és ROBERT GILMOUR: Soc. 33, 1429 (1908). IRVINE és ALEXANDER HYND: Soc. 36, 161 (1911)

lező eljárása egymagában nem volt alkalmas. Alkalmassá tette azonban erre az előbb említett lebontási eljárással való megfelelő kombinált eljárás. Ezért hozzáfogtam a melecitóz methylezéséhez és a hydrolysis, illetőleg oxydatio útján nyert termékek megvizsgálásához, egyúttal foglalkoztam a cellobióz lebontásával előállított d-glüko-d-arabinóz hydrolysistermékeinek methylezésével és vizsgálatával.

A melecitózt a «Special Chemicals Company Highland Park Ill. U. S. A.» cégtől szereztem. A készítményt a Douglas-fenyő mannájából állították elő. Nyomokban egy redukáló anyag volt benne, ezt azonban vizes alkoholból való átkristályosítás útján könnyen el lehetett távolítani. A melecitóz az angol kutatók eljárása szerint methylezve tizenegyszer methylezett melecitózt adott. Ezt 20 %-os ecetsavval hydrolysálva, a keletkezett termékeket teljesen megmethyleztem, így pentamethylglükózt és oktamethylturanózt kaptam. Az oktamethylturanóz hig sósavval való hydrolysisével közbeeső termékképpen heptamethylturanózt, tovább hydrolysálva pedig végtermékül tetramethylglükózt és trimethylfruktózt kaptam. Ezek vakuumdestillatio segítségével nem voltak elválaszthatók. Mégis sikerült a trimethylfruktóz elkülönítése a tetramethylglükóznak anilidvegyülete ¹ alakjában való eltávolítása útján.

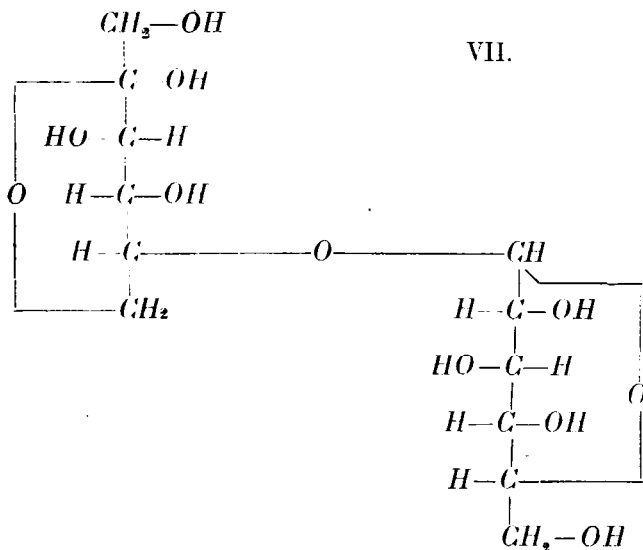
Ez a trimethylfruktóz nem ad osazont, Na-amalgammal HAWORTH és MITCHELL ² eljárása szerint redukálva pedig oly terméket ad, melynek forgatóképessége bórsav hozzáadására nem változik meg, így tehát jellemző csoportja közelében szabad hydroxyl benne nincsen. E tények, mint az előrelátható is volt, a III-as és IV-es szerkezet ellen szólnak, így csak az I-es és II-es szerkezet közti választás marad. A trimethylfruktóz salétrom-

¹ W. N. HAWORTH és G. C. LEITCH: Journal Chemical Society 113, 188 (1918) P. KARRER és FR. WIDMER: Helvetica chimica Acta IV. 296 (1921).

² W. N. HAWORTH és J. G. MITCHELL: Journ. Chem. Soc 123, 309 (1923).

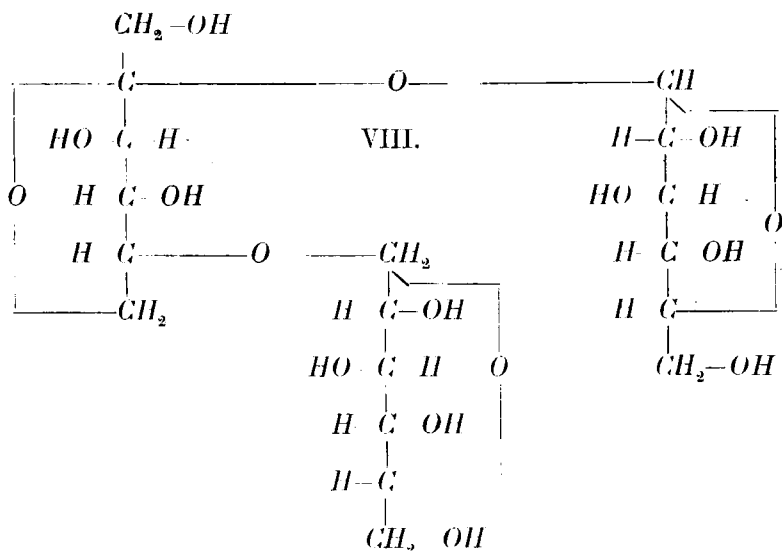
savval, majd permanganattal ¹ oxydálva dimethoxyoxyglutarsavat ad, forgatóképessége: $[\alpha]_D = +36.9 \rightarrow 34.5^\circ$.

A cellobióz lebontásánál keletkező d-glüko-d-arabinóz (V. szerkezet) methylezve szépen kristályosodó heptamethylszármazékot ad (hexamethyl-methyl-d-glüko-d-arabinosid). Savas hydrolysisénél tetramethylglükóz és dimethylarabinóz keletkezik. A két terméket úgy lehet elválasztani, hogy a tetramethylglükózt kikristályosítjuk s az anyalúgban levő dimethylarabinózt megtisztítjuk azon sajátosága felhasználásával, hogy petrolaetherben nehezen, kloroformban pedig már nem könnyen oldódik. A dimethylarabinóz salétromsavas oxydálásánál az ismert szerkezetű dimethoxyoxyglutársav (VI. szerkezet) keletkezik. Ez a fenti trimethylfruktózból keletkező dimethoxyoxyglutársavval nem azonos. ($[\alpha]_D = -44.5^\circ$.) Ezért a methylezett turanóz hydrolysisénél keletkező trimethylfruktóznak az I. szerkezetet kell adnunk, vagyis ez 1-3-4-trimethylfruktóz. Ezzel a turanóznak a VII. ábrán felvázolt szerkezete is be van igazolva. A turanóz így $\langle 1,5 \rangle$ glükosido-5 $\langle 2,6 \rangle$ fruktóz:



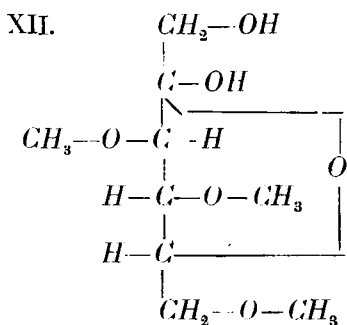
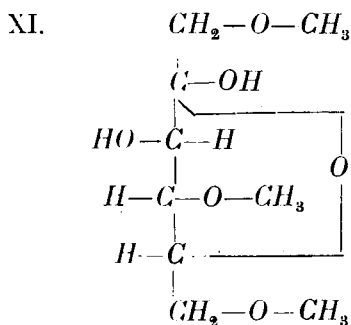
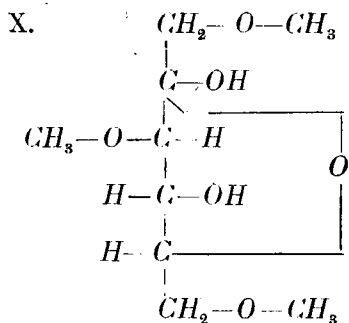
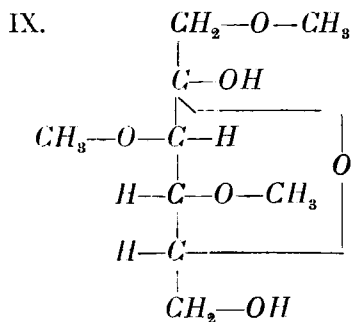
¹ W. N. HAWORTH és W. H. LINNEL: Journ. Chem. Soc. 123, 299 (1923).

A melecitóz szerkezete ezek alapján:

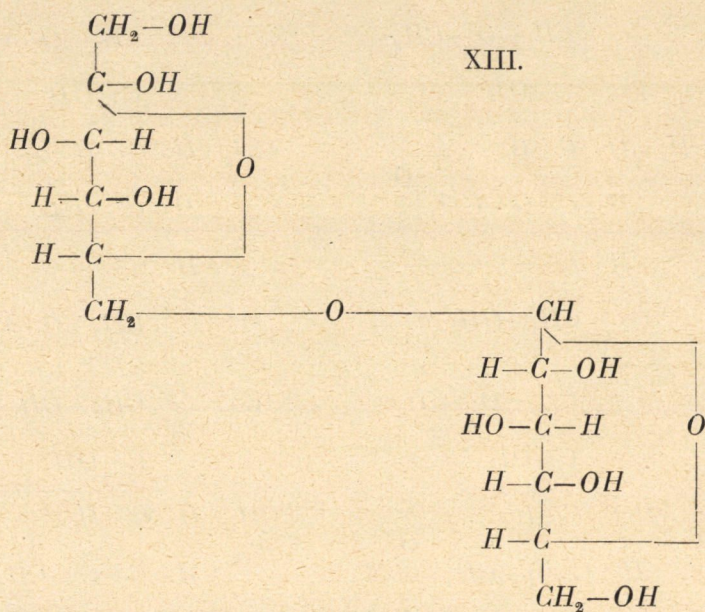


A fent vázolt következtetéseknek alapul szolgált az a feltevés, hogy a turanóz, illetőleg melecitózmolekulában kötött fruktóz-komponensnek anylenoxydikus szerkezete van, vagyis hogy az oxygenhid a 2. és 6. szénatómokat köti össze. Munkám teljes befejezése után HAWORTH és HIRST¹ azon nézetüknek adnak kifejezést, hogy a nádeukor egy butylenoxydikus, vagyis 2, 5 oxygenhidas fruktóz-csoportot tartalmaz. Mivel a melecitózban a nádeukorhoz hasonló csoportozat is foglaltatik, nincs kizárva annak a lehetősége, hogy itt is a butylenoxydikus fruktózcsoport szerepel. A végzett kísérleteim alapján ezt a lehetőséget alapul véve, a következőképpen dönthetjük el a turanóz és melecitóz szerkezetét. A 2, 5 oxygenhiddal ellátott fruktóz esetében a keletkező trimethylfruktózzra nézve ismét négy lehetőség között kell választanunk. A négyféle lehetőséget a következő négy szimbó-
lummal IX—XII. ábrázolhatjuk:

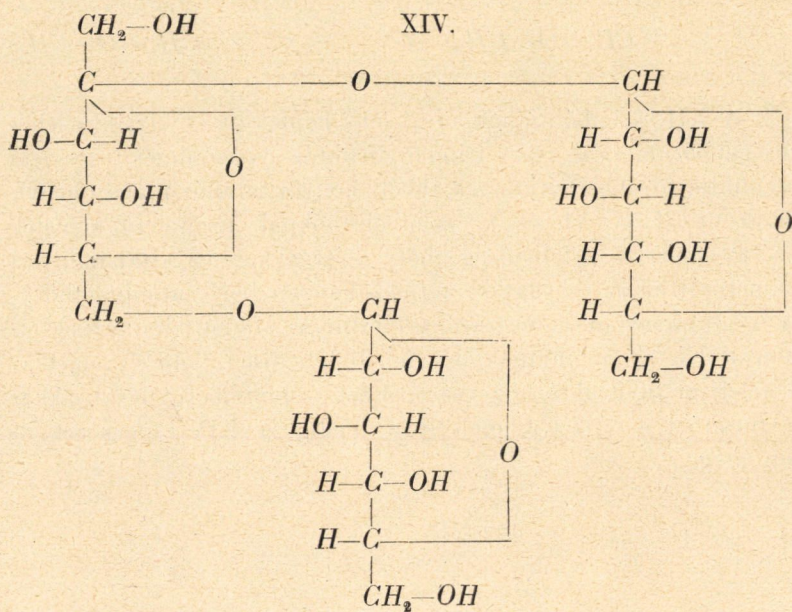
¹ WALTHER NORMAN HAWORTH és E. L. HIRST: Journal chemical Society 129, 1858 (1926).



A XII. szimbólumnak megfelelő képlet itt is kiesik a lehetőségekből, mert a nyert trimethylfruktóz oszazonlétesítésre nem alkalmas, továbbá következik abból, hogy a turanóz maga phenyloszazont ad. A XI. és X. szimbólumoknak megfelelő képletek azért esnek ki a lehetőségekből, mert akkor az általam nyert trimethylfruktóz oxydatiós termékeképpen egy monomethoxy-dioxyglutarsavhoz kellett volna eljutnom. Marad tehát az egyetlen, a IX. szimbólumnak megfelelő lehetőség, amely ismét az 1-3-4-trimethylfruktózhoz vezet. Ezek tekintetbevételével akkor a turanózt a XIII., a melecitózt pedig a XIV. szerkezet illeti meg.



Turanóz (1, 5)-glükózido-6-(2, 5) fruktóz.



Melecitóz.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Hendekamethylmelecitóz.

100 gr melecitózt 80 cm³ vízben oldunk és 0°-ra hűtve 400 cm³ megtisztított dimethylszulfátot adunk hozzá. Erős keverés és folytonos hűtés mellett 800 cm³ natronlúgot (175 gr NaOH + 100 cm³ víz) csepegtetünk be. A lúg első $\frac{1}{3}$ részének becsepegése alatt (1·5 óra) a fürdő hőfoka 0–20°, a második $\frac{1}{3}$ rész (1·5 óra) becsepegésének végén még mindig 20°. A harmadik harmadrészt ugyancsak 1·5 óra leforgása alatt 30°-on csepegtetjük be. Ezután a vízfürdő hőfokát két óra alatt lassan 50°-ra, majd egy óra alatt 70°-ra emeljük, végül $\frac{1}{2}$ órán belül felforraljuk és még $\frac{1}{2}$ óra hosszat forraljuk. Ezután 0°-ra hűtve, újra 400 cm³ dimethylszulfátot s 800 cm³ natronlúgot adunk hozzá, fenti feltételek betartásával és fent leírt melegítés mellett. Lehűlve a methylezett melecitóz sűrű szirup alakjában válik ki a lúgos oldatból. A reakciókeveréket 500 cm³ kloroformmal rázzuk jól össze, a kiválott nátriumszulfátról leszívadjuk és a kloroform-réteget elválasztva, a vizes oldatot még háromszor 300–300 cm³ kloroformmal rázzuk ki. E kloroformmal előbb a leszívatott Na₂SO₄-ot mossuk ki. Az egyesített kloroformos oldatokat Na₂SO₄-mal szárítva vakuumban bepároljuk s a maradékot 20 mm-es nyomáson 100°-on tartjuk $\frac{1}{2}$ óráig. Ezzel a kloroformot teljesen elűzzük. Maradék 120 gr világossárga szirup. Ezt HAWORTH és MITCHELL¹ eljárása szerint újra megmethylezzük úgy, hogy 1200 cm³ vízben oldva 600 cm³ dimethylszulfátot adunk hozzá és fenti körülmények betartásával 1200 cm³ natronlúgot csepegtetünk hozzá. A methylezett melecitóz további kezelése és elkülönítése fenti módon történik.

A megszáritott kloroformos oldatok maradékát először 20 mm-en 100°-on egy óra hosszat, majd 0·2 mm-en 170°-on tartjuk $\frac{1}{2}$ óráig. Maradék 114·6 gr hendekamethylmelecitóz, vagyis a teoretikus mennyiség 88 %-a. Az anyag világossárga, majdnem

¹ W. N. HAWORTH és J. G. MITCHELL: Journ. Chem. Soc. 123, 309 (1923)

szintelen, igen viskózus szirup. 0·36 mm-nél 195—200°-on, kis mennyiségekben bomlatlanul desztillál. Víz igen könnyen oldja, jól oldódik, petrolæthert kivéve, az összes organikus oldószerekben is.

Methoxylmeghatározás:

- I. termék: 0·1134 g : 0·4400 g *AgJ*,
 II. termék: 0·1028 g : 0·4006 g *AgJ*,
 0·1056 g : 0·4124 g *AgJ*.

Hendekamethylmelecitóz: $C_{29}H_{54}O_{18}$ (658·43). Számított CH_3O : 51·83 %.

Talált CH_3O — I. 51·26 % ; II. 51·6 % és 51·48 %.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{19} = \frac{+6\cdot60 \times 16\cdot004}{1\cdot0098 \times 0\cdot99\cdot35} + 105\cdot25^\circ \text{ vízben,}$$

$$\alpha_D^{19} = \frac{+7\cdot84 \times 13\cdot0724}{0\cdot8147 \times 1\cdot1092} = +113\cdot4 \text{ alkoholban.}$$

A hendekamethylmelecitóz hydrolysis 20%-os ecetsavval és a hydrolysis termékek methylezése.

112 gr hendekamethylmelecitózt 1200 cm³ 20 %-os ecetsavban oldva, három óra hosszat forró vízfürdőn tartjuk. Az ecetsavat számított mennyiségű natriumbicarbonattal hidegen lesemlegesítjük, az oldatot 0°-ra hűtjük s 600 cm³ dimethylszulfátot adva hozzá, erős keverés mellett 1200 cm³ natronlúgot csepegtetünk be. A methylezés kivitelét és a methylezett termékek elkülönítését l. a hendekamethylmelecitóznál. A reakciókeveréket előbb 600, majd kétszer 500—500 cm³ kloroformmal extraháljuk, az egyesített kloroformos oldatokat Na_2SO_4 -al szárítjuk s vakuumban bepároljuk. A maradékot 18 mm-es nyomáson 100°-on kloroformmentesítjük, míg súlya már nem változik. Maradék 117 gr világossárga szirup. Ezt 0·2 mm-en desztilláljuk. 93 és 110° közt 38·2 gr megy át (*A* frakció). A desztillációs maradék sárgás szirup (*B* frakció). Az *A* frakciót rektifikáljuk. 0·2 mm-en 92 és 100° közt 35·2 gr könnyen mozgó szintelen szirup megy át. A 3 gr maradékot a *B* frakcióval egyesítettük.

Az A frakció vizsgálata: pentamethylglükóz.

Az anyagot 25 mm-es nyomáson még egyszer frakcionáljuk, 150—152°-on megy át.

Methoxylmeghatározás: 0.1050 g : 0.4894 g AgJ.

Pentamethylglükóz: számított $CH_3O = 62.00\%$,
talált $CH_3O = 61.60\%$.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{19} = \frac{+3.54 \times 16.1948}{1.0070 \times 1.1786} = +48.3^\circ \text{ vízben.}$$

Mivel a tetramethyl- α -methylglükosid forgatóképessége $+154^\circ$, a tetramethyl- β -methylglükosidé pedig -17° , fenti termék forgatóképessége alapján a két isomer elege.

A B frakció vizsgálata: oktamethylturanóz.

4 gr anyagot 0.15 mm-es nyomáson desztillálva, 159—162° közt 3 gr világossárga, erősen viszkosus szirup megy át.

Methoxylmeghatározás: 0.1000 g : 0.4136 g AgJ;
0.1006 g : 0.4178 g AgJ.

Oktamethylturanóz $C_{20}H_{38}O_{11}$ (454.3). Számított $CH_3O = 54.63\%$.

Talált $CH_3O = 54.64\%$, 54.87% .

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{19} = \frac{+4.64 \times 15.16738}{0.6768 \times 1.0067} = +106.7^\circ \text{ vízben,}$$

$$[\alpha]_D^{19} = \frac{+4.58 \times 12.678}{0.6530 \times 0.8068} = +109.7^\circ \text{ alkoholban.}$$

Az anyagot víz és organikus oldószerek igen jól oldják, petrolaether nehezen. Az oktamethylturanóz hydrolysisé legjobban megy 2.5 %-os sósavval, 2.5—4 óra alatt, forró vízfürdőn.

**Az oktamethylturanóz hydrolysisse 2·5 %-os sósavval:
heptamethylturanóz.**

72 gr oktamethylturanózt 3750 cm³ 2·5 %-os sósavval 2·5 óra hosszat hydrolyszálunk forró vízfürdőn. Ez idő alatt az oldat lassan sárgásbarna színű lesz. Lehűtve $BaCO_3$ -dal semlegesítjük le, a szüredéket vákuumban addig pároljuk²be, míg a $BaCl_2$ kezd kiválni. Az oldat térfogata ekkor 800—900 cm³. 400—400 cm³ kloroformmal két ízben jól kirázzuk, a kloroformos oldatokat egyesítjük és Na_2SO_4 -mal szárítva vákuumban bepároljuk. A maradékot 20 mm-es nyomáson egy óra hosszat 100°-ra melegítjük. Súlyá így 65·5 gr, világossárga nyúlós szirup. Frakcionálásánál 0·2 mm-es nyomáson 115—130°-ig 45·2 gr világossárga szirup megy át, mely hamar kristályosodik (I. frakció). A desztillációt 140° elérésénél abbahagyjuk. A maradék sárgásbarna szirup súlya 19·3 gr, 0·12—0·15 mm-en 165—168°-on megy át, észrevehető bomlás nélkül (II. frakció).

Heptamethylturanóz.

Az oktamethylturanóz hydrolysisénél kapott II. frakció heptamethylturanóznak bizonyult.

Methoxylmeghatározás:

I. termék: 0·1160 g : 0·4216 g AgJ ,
0·1074 g : 0·3922 g AgJ .

II. termék: (0·06 mm-en desztillálva):
0·1362 g : 0·5070 g AgJ .

Heptamethylturanóz $C_{19}H_{36}O_{11}$ (440·1). Számított CH_3O ==49·33 %.

Talált CH_3O = I. 48·00, 48·24 %; II. 49·18 %.

Redukálóképesség: 0·102 gr 25 cm³ vízben oldva s 30 cm³ FEHLING-oldattal három percig forralva fogyaszt 7·00 cm³ $n/10$ $KMnO_4$ -ot (faktor = 0·9852). Redukálóképessége, a glükóz-ét 100-nak véve : 24·5.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{19} = \frac{+7.73 \times 13.0838}{1.1686 \times 0.8163} = +106.0^\circ \text{ alkoholban,}$$

18 óra múlva meghatározva $[\alpha]_D^{19} = +104.8^\circ$.

A heptamethylturanóz világossárga, nyúlós szirup, 0.06 mm-en 162—163°-on bomlatlanul desztillál. Víz és organikus oldószerek jól oldják, petrolæther nehezen.

1-3-4-Trimethylfruktóz.

Az oktamethyl-, illetőleg heptamethylturanóz hydrolysisénél keletkező, 0.15 mm-en 120 és 135° közt átmenő I. frakciókat egyesítve, újból desztilláljuk. Methoxylmeghatározás alapján 38% trimethylfruktóz és 62% tetramethylglükózból álló keverék. A két termék elválasztása azon alapszik, hogy a tetramethylglykózt aniliddé¹ alakítjuk.

50 gr szirupot 50 cm³ anilin és 50 cm³ abs. alkohollal négy óra hosszat forralunk visszacsépegő hűtőn. A lehülés után kiváló tetramethylglükózanilidkristályokat leszívátjuk s kevés alkohollal mossuk. Az alkoholt ledesztillálva s hűtőkeverékbe állítva további kristályfrakciók válnak ki, ezeket rendre leszívátjuk. Az anyalúgok bepárlását és az anilid kikristályosítását addig ismételjük, míg további kristályosodás nem lép fel. Az egyesített kristályfrakciókat forró petrolætherből átkristályosítjuk. Hosszú, szintelen, 111°-on olvadó tükben kristályosodik.

Az anyalúgból az anilint és az alkoholt vízgőzdesztillációval távolítjuk el, ezután a vizes oldatból a benne maradott kevés tetramethylglükózanilidet kiætherezzük. Az oldatot (350 cm³) ezután 40 cm³ 10%-os kénsavval elegyítve 1.4 óráig melegítjük vízfürdőn. Lehűtve BaCO₃-dal semlegesítjük le, a szüredéket vakuumban 200 cm³-re pároljuk be. Az oldatot ezután négyszer 400—400 cm³ kloroformmal 15—15 percig rázzuk. Az egyesített kloroformos oldatokat Na₂SO₄-mal szárítva vakuumban bepá-

¹ W. N. HAWORTH és G. C. LEITCH: Journ. Chem. Soc. 113, 188 (1918); P. P. KARRER és Fr. WIDMER: Helvetica chimica Acta: IV. 296 (1921).

roljuk s a maradékot 0·2 mm-en desztilláljuk. 110 – 120° között 14 gr világossárgás szirup megy át.

Methoxylmeghatározás: 0·1014 g : 0·3498 g *AgJ*;
0·1212 g : 0·4138 g *AgJ*.

Trimethylfruktóz: számított $CH_3O = 41·9\%$,
talált $CH_3O = 45·12\%$, 45·09%.

A termék az adatok szerint 70 % trimethylfruktóz és 30 % tetramethylglükóz elegye.

Az anilines elválasztást 13·5 gr termékkel megismételve, a tetramethylglykózanilidet igen gondosan kristályosítottam ki. A kloroformos oldatokat bepárolva 7·6 gr anyag maradt vissza, ez 0·08 mm-en 100 – 110°-on majdnem szintelen szirupként desztillál át.

Methoxylmeghatározás: 0·1266 g : 0·4084 g *AgJ*;
0·1020 g : 0·3308 g *AgJ*.

Trimethylfruktóz: számított $CH_3O = 41·9\%$,
talált $CH_3O = 42·62\%$, 42·83 %.

A termékben az elemzés alapján 92·2 % trimethylfruktóz és 7·8 % tetramethylglükóz van. Az anyag tisztasága a tetramethylglykózanilid gondos kiválasztásától és eltávolításától függ. Némelyik kísérletben sikerült már az anilid első feldolgozásakor 86 – 87 % trimethylfruktóz-tartalmú terméket nyerni.

Az 1-3-4-trimethylfruktóz majdnem szintelen, könnyen mozgó szirup. Víz s az összes organikus oldószerek jól oldják. Fehlértoldatot s permanganatot már hidegen redukál. Redukálóképessége, a glükóz-ét 100-nak véve, 52 és 53 között van.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{16} = \frac{+1·39 \times 15·7316}{0·7400 \times 1·0095} = +29·27^\circ \text{ vízben,}$$

18 óra múlva $[\alpha]_D^{16} = +30·3^\circ$ vízben.

$$[\alpha]_D^{19} = \frac{+1·97 \times 13·2460}{1·3248 \times 0·8215} = +23·97^\circ \text{ alkoholban.}$$

18 óra múlva $[\alpha]_D^{19} = +24·96^\circ$ alkoholban.

Az 1-3-4-trimethylfruktóz viselkedése: Oszazonpróba.

0·5 gr 1-3-4-trimethylfruktózt 5 cm³ vízben oldva, 1 gr sósavas phenylhydrazint és 1·5 gr Na-acetátot adva hozzá egy óra hosszat tartjuk forró vízfürdőn. Narancsvörös olaj válik ki, ezt 50 cm³ kloroformban felvéve, háromszor 25—25 cm³ vízzel moszuk ki és Na₂SO₄-mal szárítva 24 óráig állni hagyjuk. Utólag még kevés sósavas phenylhydrazin kristályosodik ki. A szüredéket vakuumban bepárolva, a maradékot 1 1/2 óra hosszat 100°-on tartjuk. Súlya 0·95 gr, sötét narancsvörös olaj.

Nitrogénmeghatározás: 0·1770 g : 19·5 cm³ N, 14°, 755 mm.
Trimethylglükóz + 1 mol. phenylhydrazinra számított N = 13·32 %.

Talált N = 12·82 %.

0·77 gr anyagból a phenylhydrazint vízgőzzel lehajtjuk, míg a desztillátum FEHLING-oldatot már nem redukál. Ezt egyórai desztillálással érjük el. Lehűtve, a visszamaradó oldatot háromszor 25—25 cm³ kloroformmal extrahálva, a kloroformos oldatot megszáritjuk s a maradékot 0·15 mm-en 80°-on melegítjük állandó súlyig. Maradék 0·56 gr világosbarna olaj.

Nitrogénmeghatározás: 0·2042 g : 17·4 cm³ N, 14°, 756 mm.
0·1890 g : 16·4 cm³ N, 15°, 756 mm.

Trimethylfruktózphenyloszazon: C₂₁H₂₈O₄N₄ (400·22):
számított N = 14·00 %.

Trimethylfruktózphenylhydrazon: C₁₅H₂₄O₅N₂ (312·2):

számított N = 8·97 %,

talált N = 9·94 %, 10·06 %.

Tetramethylglükózzal végzett összehasonlító kísérletben, hasonló feltételek mellett, szintén egy mol. tetramethylglükóz-phenylhydrazonból + 1 mol. phenylhydrazinból álló terméket kaptunk s ebből a phenylhydrazint, éppúgy, mint a trimethylfruktóz-termékből, vízgőzzel jórészt le lehetett hajtani.

Fenti kísérlet világosan bizonyítja, hogy ez a trimethylfruktóz nem létesít oszazont, így a IV-es ábra szerinti szerkezet esik.

Az 1-3-4-trimethylfruktóz redukciója.

A redukciót HAWORTH és MITCHELL¹ eljárása szerint végeztem.

1 gr trimethylfruktózt 25 cm³ vizes ætherben oldva állandó rázás, illetőleg CO₂ bevezetés mellett addig adunk hozzá Na-amalgamot, míg a reakciókeverék redukálóképessége tovább már nem csökken. Ezt 32 órás rázás és 150 gr Na-amalgam felhasználása után lehet elérni. Az elpárolgó æthert a reakció folyamán mindig pótolni kell. Redukció közben az oldott anyag redukálóképessége körülbelül 80 %-kal csökken. Az ætheres oldatokat Na₂SO₄-mal szárítva, vakuumban bepároljuk és a maradékot 0.5 mm-en egy óra hosszat melegítjük. Maradék 0.66 gr világossárga szirup. 10 cm³ vízben oldva forgatóképességét azonnal és 18 órai állás után határozzuk meg. Ezután az oldathoz 0.06 gr bórsavat adva, annak teljes feloldódása után új meghatározást végezve, a forgatóképesség nem változott meg. Így a III-as ábra szerinti szerkezet is elesik.

Az 1-3-4-trimethylfruktóz oxidálása.

I. 2.5 gr trimethylfruktózt 25 cm³ 1.2 fajsúlyú salétromsavval 20 óra hosszat 60°-on tartunk. A fölös salétromsav legnagyobb részét vakuumban ledesztilláljuk. A maradékot párszor alkohollal hajtjuk le, hogy a salétromsavat lehetőleg jól elűzzük. Ezután párszor alkohol + ætherkeverékkel hajtjuk le, majd a maradékot 15 cm³ vízben oldva, előbb 150, majd kétszer 100—100 cm³ ætherrel rázzuk ki. Az egyesített ætheres oldatokat Na₂SO₄-mal szárítva, vakuumban pároljuk be s a maradékot tíz óra hosszat 10 mm, majd öt órán át 0.35 mm-en szárítjuk állandó súlyig. Maradék 1.7 gr világossárga szirup, melyben salétromsav már nincsen. Hosszabb állásra kristályosodik.

Titrlálások: 0.1296 gr-ra phenolphthalein indikátor mellett 1.1 cm³ n/10 NaOH fogy. További 8.9 cm³-t adva hozzá (összesen 10 cm³ n/10 NaOH, faktor = 1.005) 20 perces vízfürdön való

¹ W. N. HAWORTH és J. G. MITCHELL: Journ. Chem. Soc. 123, 309 (1923).

melegítés után, lehűtve, n_{10} kénsavval (faktor 1·0112) titráljuk vissza. Fogy rá 1·2 cm^3 .

Az anyagra fogy így összesen $10\cdot05 - 1\cdot22 = 8\cdot83 \text{ cm}^3 n_{10} \text{ NaOH}$.

0·1 gr-ra fogy összesen — — — — — 6·80 $\text{cm}^3 n_{10} \text{ NaOH}$.

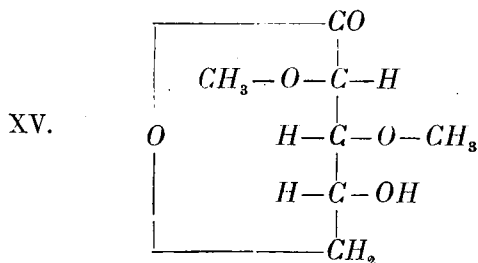
0·1 gr-ra fogy közvetlenül — — — — — 0·90 $\text{cm}^3 n_{10} \text{ NaOH}$

Egy másik termékből lemért 0·1 gr-ra 6·56 $\text{cm}^3 n_{10} \text{ NaOH}$ fogyott.

Dimethoxyoxyvalerolakton (XV. ábra) $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_5$ (176·1):

0·1 gr-ra fogy: számított = 5·68 $\text{cm}^3 n_{10} \text{ NaOH}$,

talált = 6·80 és 6·56 $\text{cm}^3 n_{10} \text{ NaOH}$.



Az anyag ezek szerint dimethoxyoxy- δ -valerolakton mellett még kevés kétbázisú savat is tartalmaz.

Methoxylmeghatározás: 0·1054 g : 0·2846 g AgJ .

Dimethoxyoxy- δ -valerolakton: $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_5$ (176·1):

számított $\text{CH}_3\text{O} = 35\cdot23 \%$,

talált $\text{CH}_3\text{O} = 35\cdot67 \%$.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{23} = \frac{+1\cdot13 \times 8\cdot3894}{0\cdot4976 \times 0\cdot8102} = +23\cdot5^\circ \text{ vízben.}$$

A forgatóképesség 24 óra alatt nem változik.

II. A lakton oxidálása alkalikus permanganat oldattal:

1 gr anyagot 100 cm^3 vízben oldva, 146 $\text{cm}^3 n_{10} \text{ KOH}$ -ot adunk hozzá és egy óra leforgása alatt 70° -on 255 $\text{cm}^3 n_{10} \text{ KMnO}_4$ -ot csepegtetünk be, míg az oldat színe tartósan világos

rózsaszínű marad. Lehűtve CO_2 -dal telítjük az oldatot és a szüredéket vákuumban 100 cm^3 -re pároljuk be, ezután a számított mennyiségnél valamivel kevesebb perklorosavat adunk hozzá s vákuumban szirupsűrűségűvé pároljuk, abs. alkohollal víztelenítjük s utána abszolút alkohollal kezeljük, mire a $KClO_4$ oldatlanul marad vissza. A szüredéket vákuumban besűrítjük s ismételten abs. alkohollal extraháljuk és bepároljuk, míg az alkohol maradéka ætherben teljesen oldódik. Az ætheroldatot vákuumban bepároljuk és először tíz óra hosszat 10 mm -en, majd három órán át 0.5 mm -en szárítjuk. Marad 0.5 gr világossárga szirup, mely rövidesen tűalakú kristályokká dermed.

Titrlás: 0.1004 gr -ra phenolphthalein mellett fogy közvetlenül $5.4\text{ cm}^3\text{ } n/10\text{ NaOH}$ (faktor = 1.0298). További $6.6\text{ cm}^3\text{ } n/10\text{ NaOH}$ -ot adva hozzá, 20 perces melegítés után visszatitrálva $2.95\text{ cm}^3\text{ } n/10$ kénsav fogy rá (faktor = 1.0112).

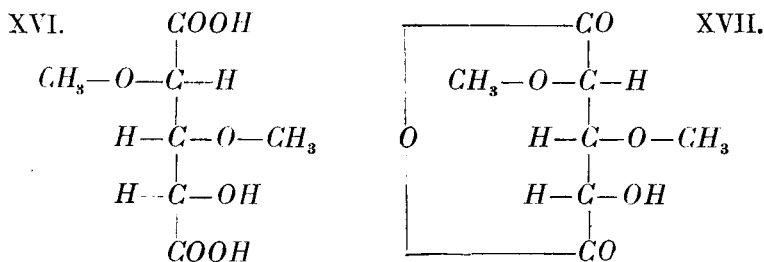
0.1 gr -ra fogy így $9.38\text{ cm}^3\text{ } n/10\text{ NaOH}$.

Dimethoxyoxyglutarsav (XVI. szerkezet): $C_7H_{12}O_7$ (208.1):

0.1 gr -ra számított $n/10\text{ NaOH}$ = 9.61 cm^3 .

Dimethoxyoxyglutársavanhydrid (XVII. szerkezet): $C_7H_{10}O_6$

(190.08): 0.1 gr -ra számított $n/10\text{ NaOH}$ = 10.48 cm^3 .



Methoxylmeghatározás: 0.1018 g : 0.2158 g AgJ .

Dimethoxyoxyglutársavanhydrid számított CH_3O = 32.5% .

Dimethoxyoxyglutársav számított — — — — — CH_3O = 29.8% ,

talált — — — — — CH_3O = 28.0% .

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{24} = \frac{+1.02 \times 8.1868}{0.2826 \times 0.798} = +36.9^\circ \text{ alkoholban,}$$

24 órai állás után: $[\alpha]_D^{24} = +34.5^\circ$ alkoholban.

A cellobióz lebontásánál keletkező d-glükozido-d-arabinóz methylezése.

100 gr oktaacetylcellobionsavnitrilt egy korábbi közleményem szerint¹ lebontva, a glükozidoarabinóz vizes oldatát vakuumban hig sziruppá pároljuk be. Ezután a melecitóz methylezésénél leírt módon, 200 cm³ dimethylszulfáttal és 400 cm³ nátronlúggal methylezzük meg. A methylezést ugyanennyi dimethylszulfáttal és nátronlúggal megismételjük. Termelés 30 gr sötétsárga szirup. 300 cm³ vízben oldva, 300 cm³ dimethylszulfáttal és 600 cm³ natronlúggal újra megmethylezzük. Az elkülönített anyagot 0.4 mm-en desztilláljuk. Előpárlat 3.6 gr. A főpárlat (23.5 gr) hexamethyl-methyl-glüko-arabinozid, 167—168°-on megy át, majdnem szintelen szirup. Ez:

Hexamethyl-methyl-glüko-arabinozid.

A szirup üvegbotlal dörzsölve kristályosodik. 50 cm³ forró petrolætherben oldjuk. Lehülve kemény, üvegfényű, tömör kristályok válnak ki (14 gr). Olvadáspontjuk 96.5—97°. Az olvadáspont több átkristályosítás után sem változik. Vízben és organikus oldószerekben jól, petrolætherben nehezen oldódik.

Methoxylmeghatározás: I. termék: 0.1024 g : 0.4044 g AgJ.

II. " 0.1004 g : 0.3974 g AgJ.

Hexamethyl-methyl-glyko-arabinozid: $C_{18}H_{34}O_{10}$ (410.27):

számított $CH_3O = 52.94\%$,

talált $CH_3O =$ I.: 52.18%; II.: 52.30%.

¹ ZEMPLÉN GÉZA: Mat. és Term. ért. 43. k. 111. l. (1926) Ber. 59, 1260 (1296.)

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{24} = \frac{-1.69 \times 10.4922}{0.5018 \times 1.002} = -35.26^\circ \text{ vízben.}$$

24 órai állás után forgatóképessége ugyanaz.

$$[\alpha]_D^{24} = \frac{-0.57 \times 8.440}{0.8021 \times 0.5260} = -11.4^\circ \text{ alkoholban.}$$

Redukálóképessége hydrolysis után,¹ a glükóz-ét 100-nak véve = 18.2.

2.4-Dimethyl-d-arabinóz.

10 gr hexamethyl-methyl-glüko-d-arabinozidot 200 cm³ 5%-os sósavban oldunk és egy óra hosszat forraljuk visszacepegeő hűtőn. Lehűtve BaCO₃-dal semlegesítjük, csontszénnel derítjük, a szüredéket vakuumban bepároljuk, míg kristályosodni kezd. Ezután 200 cm³ abs. alkohollal kezeljük, az oldatlan BaCl₂-ot leszívátjuk, az anyalúgot bepároljuk s alkohollal a BaCl₂-ot lehetőleg teljesen eltávolítjuk. Az alkohol maradékát végül 100 cm³ kloroformmal extraháljuk s a szüredéket vakuumban bepároljuk, a maradékot pedig 0.4 mm-en desztilláljuk. 126—128°-on 8.6 gr viszkózus szirup megy át. A termékben, két methoxylmeghatározás alapján számítva, 3.65 gr dimethylarabinóz és 4.85 gr tetramethylglükóz van. 50 cm³ forró petrolætherben suspendáljuk, a főtömeg oldatlan szirupként marad vissza. Lehűlés után a szirupról leöntjük az oldatot s a tetramethylglükózt a petrolætherből kikristályosítjuk. Az olajnak forró petrolætherrel való rendszeres kezelésével 3.0 gr tiszta tetramethylglükózt sikerült elkülöníteni. A petrolætheres oldat bepárlásával még 1.6 gr-ot, összesen tehát 4.6 gr-ot sikerült kinyerni.

A petrolætherben nem oldódó szirupot 100 cm³ vízben oldva, 100 cm³ kloroformmal rázzuk 1/4 óra hosszat. A kloroformos kirázást még kétszer ismételtük, hogy a tetramethylglükózt teljesen kioldjuk. A vizes részt vakuumban bepároljuk, a maradékot abs. alkohollal víztelenítjük és 0.32 mm-en desztilláljuk. 128—129°-on 2.7 gr anyag megy át. Szintelen, viszkózus szirup.

¹ ZEMPLÉN GÉZA és BRAUN GÉZA: Ber. 58, 2567 (1025).

Methoxylmeghatározás: 0.1070 g : 0.2752 g *AgI*;

0.1012 g : 0.2610 g *AgI*.

Dimethylarabinóz: $C_7H_{14}O_5$: számított $CH_3O = 34.84\%$,

talált — — — — — $CH_3O = 33.97\%$, 34.07% .

Redukcióképesség: a glükóz-ét 100-nak véve = 20.6.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{24} = \frac{-3.66 \times 8.2838}{0.3960 \times 0.8022} = -95.46^\circ \text{ alkoholban,}$$

24 óra múlva $[\alpha]_D^{24} = -105.1^\circ$.

A 2-4-dimethyl-d-arabinóz salétromsavas oxidálása.

2 gr 2-4-dimethyl-d-arabinózt 25 cm³ 1.2 fajsúlyú salétromsavban oldunk és 20 órán át 60°-on tartjuk. A reakciókeverék feldolgozása az 1-2-4-trimethylfruktóz fent leírt oxydálásánál megadott módon történik. A végterméket tíz órán át 8 mm, majd négy órán át 0.24 mm-en 70°-on szárítjuk. Marad 1.8 gr 2-4-dimethoxyoxyglutársav, egy kissé sárgás, majdnem színtelen szirup alakjában, mely aránylag gyorsan kristályosodik.

2-4-dimethoxyoxyglutársav (VI. szerkezet).

Titrálás: 0.1002 gr-ra fogy phenolphtalein indikátor mellett közvetlenül következik 7.4 cm³ *n* 10 *NaOH* (faktor = 1.0298). További 2.7 cm³ *n* 10 *NaOH*-dal 20 percig melegítve visszatitrálására 0.2 cm³ *n* 10 kénsav (faktor = 1.0192) fogy.

0.1 gr-ra fogy így összesen = 10.8 cm³ *n* 10 *NaOH*.

0.1 gr dimethoxyoxyglutársavra fogy számítás szerint 9.61 cm³ *n* 10 *NaOH*.

0.1 gr dimethoxyoxyglutársavanhydridre számítás szerint 10.48 cm³ *n* 10 *NaOH*.

Methoxylmeghatározás: 0.1070 g : 0.2290 g *AgI*.

Dimethoxyoxyglutársav $C_7H_{12}O_7$: számított $CH_3O = 29.8\%$.

Dimethoxyoxyglutársavanhydrid $C_7H_{10}O_6$:

számított — — — — — $CH_3O = 32.5\%$,
talált — — — — — $CH_3O = 28.3\%$.

Optikai meghatározás:

$$[\alpha]_D^{25} = \frac{-1.86 \times 8.3548}{0.4334 \times 0.8059} = -44.5^\circ \text{ alkoholban.}$$

A forgatóképesség 24 órai állás után sem változik meg.

A munkálatok elvégzésénél nagy segítségemre volt dr. BRAUN GÉZA, kinek e helyen is köszönetet mondok.

A kutatásokat az Országos Magyar Természettudományi alap anyagi támogatásával végeztem.

(A M. Tud. Akadémia III. osztálya 1926. évi okt. hó 4.-én tartott üléséből.)

ABBAU DER REDUZIERENDEN BIOSEN.

III. Konstitutionsermittlung der Turanose und der Melezitose.

Von GÉZA ZEMPLÉN k. Mitglied der Akademie.

In einer früheren Arbeit (Ber. 59, 1254 [1926]) wurde gezeigt, wie man die Cellobiose zu einer Glykoarabinose von bekannter Konstitution abbauen kann. Diese Biose gibt bei der Methylierung und nachheriger Hydrolyse eine Dimethylarabinose, die bei der Oxydation eine Dimethoxyoxyglutarsäure der bekannten Konstitution: α , α' -Dimethoxyoxyglutarsäure liefert. Ein Vergleich dieser Dimethoxyoxyglutarsäure mit dem Oxydationsprodukt aus der Trimethylfruktose, die sich bei der vollständig methylierten Turanose bildet, sowie die übrigen Eigenschaften der Trimethylfruktose erlauben seine Konstitution zu bestimmen. Nach dieser Untersuchung ist Turanose eine Glykosido-5-Fruktose, woraus die Konstitution der Melezitose ebenfalls abzuleiten ist. Die Arbeit erscheint auch in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft. (Bd. 59, 5. 2230 und 2539 [1926]).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Okt. 1926.)

REDUKÁLÓ DISZACCHARIDOK LEBONTÁSA.

IV. A tejcukor szerkezetének közvetlen bizonyítása.

ZEMPLÉN GÉZA 1. tagtól.

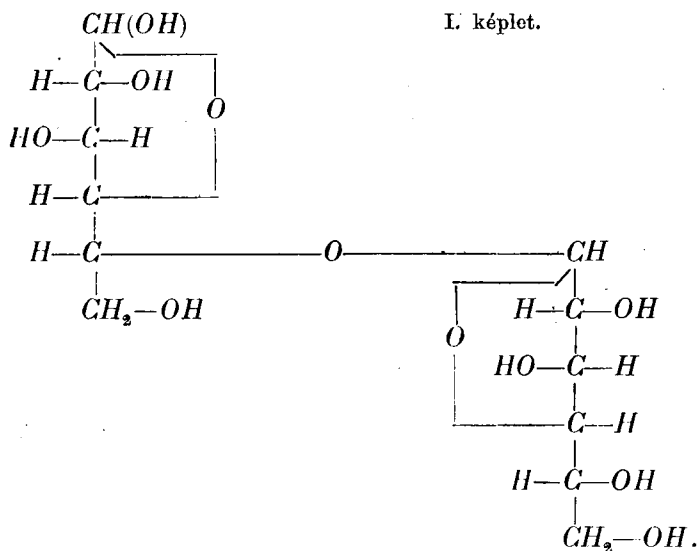
A tejcukor vagy laktóz nevű redukáló diszaccharidnak szerkezetéről EMIL FISCHER¹ vizsgálatai alapján megállapítható volt, hogy a tejcukor egy 1-galaktosido-szőlőcukor. Hogy azonban a galaktóznak első szénatómja melyik szőlőcukor-szénatómhoz van oxygenösszeköttetés révén kapcsolva, arra nézve sokféle lehetőség nyílt, melyek között dönteni az akkori ismeretek szerint csak annyiban lehetett, hogy az első két szőlőcukorszénatóm ki volt zárva a lehetőségekből, amennyiben a tejcukor egy oszazon létesítésére alkalmas. Az egyetlen diszaccharid, melynek munkáim előtt való lebontása egy hexopentózzá sikerült, éppen a tejcukor volt. A tejcukor brómmal való oxidálása útján nyert laktobion-savas kalciumot RUFF² hydrogenhyperoxyddal ferriacetat jelenlétében lebontotta és csekély termeléssel ugyan, sikerült neki benzylphenylhydrazon alakjában a galaktoarabinózhoz eljutnia. Mivel ez a galaktoarabinóz oszazon létesítésére még alkalmas, a harmadik szénatómnál sem kereshetjük a két monóz kapcsolódási helyét, hanem annak a 4., 5. vagy 6. szőlőcukor-szénatómra kell esnie.

Az angol kutatók³ vizsgálatai szerint a teljesen megmethylezett tejcukor hydrolysálva tetramethylgalaktózt és egy trimethylglükózt ad. Ez utóbbi a teljesen megmethylezett cellobiózból hydrolysis útján nyerhető trimethylglükózzal azonos. Ezért a laktóznak a következő szerkezetet adták (1 képlet):

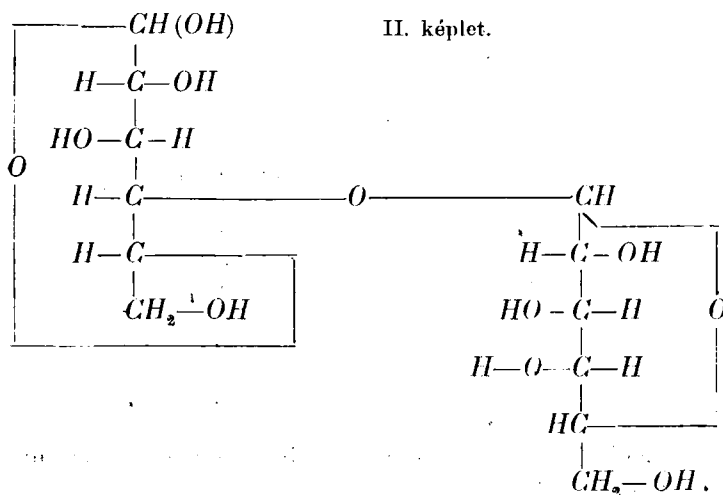
¹ EMIL FISCHER: Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 21, 2631 (1889) 22, 87 (1890); 26, 2045 (1893).

² RUFF és OLLENDORF: Berichte 33, 1804 (1900).

³ W. N. HAWORTH és GRACE CUMMING LEITCH: Soc. 113, 188 (1918).

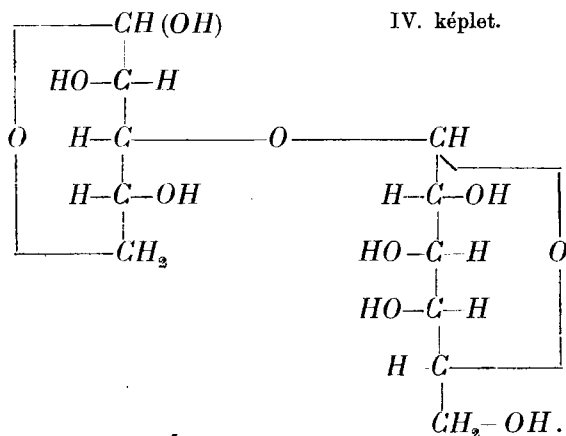
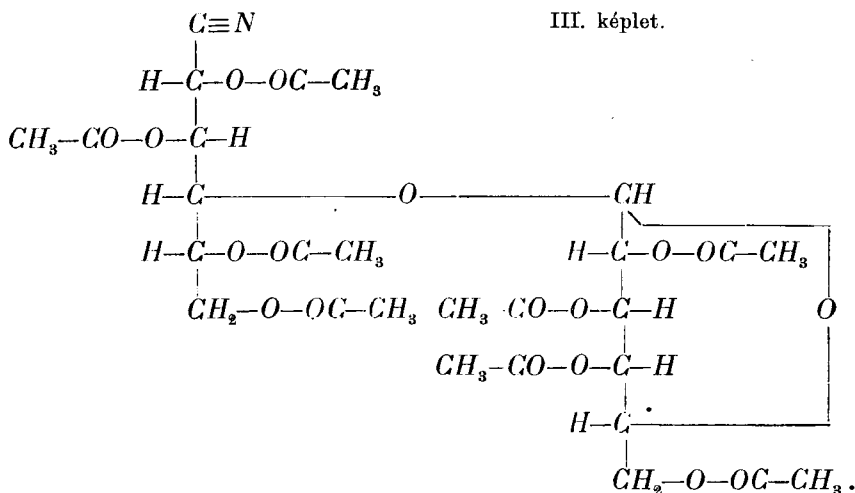


Később azonban kiderült, hogy a teljesen megmethylezett cellobióz hydrolysisénél keletkező trimethylglükóz nem 2, 3, 5, hanem valószínűleg 2, 3, 6-trimethylglükóz.¹ Ezért az I. képletet a II-essel kellett felcserélni.



¹ W. CHARLTON, W. N. HAWORTH és ST. PEAT: Soc. 129, 89 (1926); E. L. HIRST: Soc. 129, 350 (1926).

Ez a szerkezet azonban az első közleményemben leírt okoknál fogva szintén bizonytalan. A két monóz kapcsolódási helyét csak systematikus lebontással lehet biztosan megállapítani, ahogy ez a cellobióznál is történt. Ezt a lebontást kíséreltem meg a laktóznál.



A tejeukor vizes-alkoholos oldatban felveszi a számított hydroxylamin mennyiséget és amorf oxim képződik. A vízmentes oxim ecetsavanhydriddel és vízmentes nátriumacetáttal kezelve részben nitrillé alakul. Ezt kristályos alakban kinyerni nem sikerült.

A nyers nitrilben 60–66 % nitril van, oktaacetylaktobionsavnitrilre számítva (III. képlet). A nitriltartalom æther-, illetőleg petrolætherrel való systematikus frakcionált kicsapások után sem emelkedett jelentékenyen 70 % felé. Ezért a lebontást a nyers nitrillel végeztem és a lebontás termékét, a d-galakto-d-arabinózt (IV. képlet) az igen jól kristályosodó benzylphenylhydrazonja alakjában különítettem el. Említésre érdemes, hogy sem a benzylphenylhydrazon, sem a szabad d-galakto-d-arabinóz nem azonos azzal, melyet RUFF kapott a laktobionsavas kalcium oxidációs lebontásával. A RUFF-féle benzylphenylhydrazon 50 %-os alkoholos oldatban balra forgat $[\alpha]_D = -23.7^\circ$. Az én benzylphenylhydrazonom oly nehezen oldódik, hogy 50 %-os alkoholos oldatban forgatóképességét csak megközelítőleg lehetett meghatározni. $[\alpha]_D = -13.5^\circ$ a talált érték. Pyridin + alkoholban oldva kissé jobbra forgat $[\alpha]_D = +4.4^\circ$. A benzylphenylhydrazonból felszabadított d-galakto-d-arabinóz balra forgat $[\alpha]_D = -56.5^\circ$, míg RUFF präparatuma jobbraforgató volt.

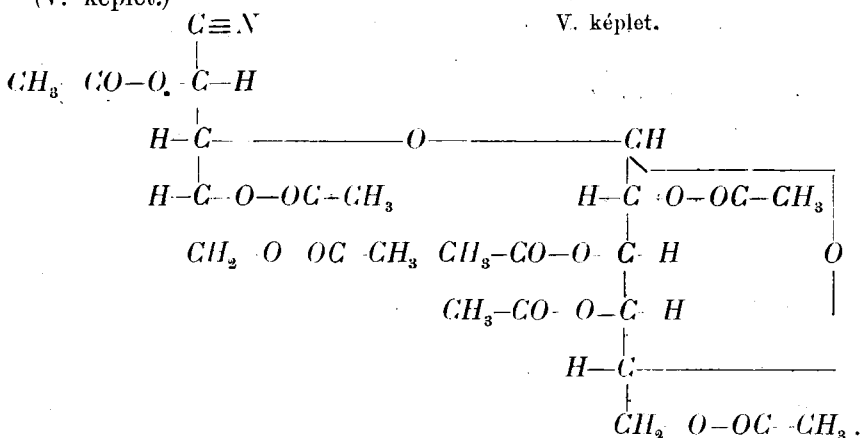
A lebontásnál 200 gr laktózból rendszerint 60–67 gr tiszta benzylphenylhydrazon nyerhető, míg a RUFF-féle lebontásnál ugyanily laktózmennyiségből — laktobionsavas kalciumon keresztül — 4 gr benzylphenylhydrazon (nyerstermék) nyerhető ki. Fenti eredmény az oktaacetylcellobionsavnitril lebontásánál alkalmazott módszerrel érhető el. Később azt láttam, hogy a cyanhydrogen ezüstcyanid alakban való leválasztása nem szükséges, mert a cyanhydrogen a lebontott szabad cukorra csak alkalikus közegben helyezkedik rá gyorsan,¹ míg ecetsav jelenlétében az oldat vakuumban bepárolható. Így rendszeren 60 gr-nál valamivel több benzylphenylhydrazont kaptam 200 gr tejcukorból. A két eljárás szerint kapott termékek azonosak voltak.

A szabad d-galakto-d-arabinóz nem kristályosodik. Még az acetyl származékai is amorfok, valószínűleg azért, mert itt is isomerek keveréke képződik, mint az a cellobiózból nyert d-glükó-d-arabinóz esetében be is bizonyult. Emulsin a d-galakto-d-arabinózt bontja, éppúgy, mint a laktózt is.

A d-galakto-d-arabinóz vizes-alkoholos oldatban a számított

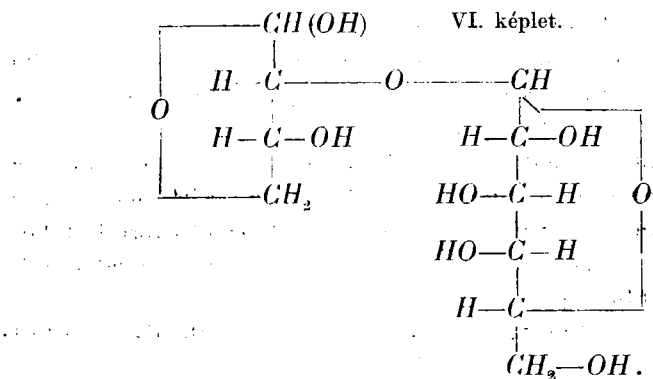
¹ E. RUFF és A. HÖLZLE: Archiv d. Pharmazie: 251, 553 (1913); 253, 404 (1915).

mennyiségű hydroxylaminnal amorf oximot ad. Ez vízmentes nátriumacetát jelenlétében 90°-on acetylezve igen szépen kristályosodó *heptaacetylgalaktoarabonsavnitrillé* alakítható. (V. képlet.)



A nitril tovább lebontva d-galakto-d-erythrózt ad, ez a reakciótermékből alkoholban nehezen oldódó, színtelen por alakjában különíthető el. Redukciója igen gyenge, 17 %-a a glükóz-nak. Ebben a tekintetben a második hydroxyljukon methylezett cukrokhoz hasonlít.¹

A gyengén jobbraforgató bióz már nem ad oszazont, így tehát szerkezete a VI. képletnek felel meg. A tejcukor tehát 1-d-galaktosido-4-d-glükóz (II. képlet).



¹ ZEMPLÉN GÉZA és BRAUN GÉZA: Ber. 58, 2566 (1925).

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Az oktaacetylaktobionsavnitril (III. képlet) előállítás.

125 gr sósavas hydroxylamint (96 %-os) 50 cm³ vízben oldunk vízfürdön. 38 gr fémnátriumot 1200 cm³ absolut alkoholba adagolunk. A két oldatot hűtőkeverékben lehűtjük és erős rázogatózás közben a nátriumæthylát-oldatot a sósavas hydroxylamin-oldathoz öntjük, majd 1 1/2 órára hűtőkeverékbe állítjuk, hogy a konyhasó jól kiváljék. Az oldatot most jól leszívattuk és a konyhasó csapadékot 200 cm³ absolut alkohollal mossuk ki. 200 gr tejcukrot 600 cm³ vízben oldunk vízfürdön és a meleg oldathoz apró részletekben hozzáöntjük az alkoholos hydroxylamin-oldatot. Közben csapadéknak nem szabad megjelennie. Az oldatot most egy óra hosszat 65°-os vízfürdőben tartjuk, utána lehűtjük és vákuumban híg sziruppá pároljuk be. A szirupot alkohollal összerázva sűrűre pároljuk be és abszolutalkohollal még egyszer bepárolva víztelenítjük. Laktózosim marad vissza, mely nem kristályosodik. Víz igen jól, alkohol nehezen oldja. 1350 cm³ ecetsavanhidriddel és 240 gr vízmentes nátriumacetáttal vízfürdön óvatosan melegítjük, míg feloldódik. Ezután még egy óra hosszat tartjuk forró vízfürdön, majd 5 l vízbe öntjük és éjszakán át állni hagyjuk. Reggel az anyalúgot friss vízzel cseréljük ki. A termék csak hosszas víz alatti állásra dermed meg. Ekkor porrá nyomkodható és leszívatható. Kristályosan azonban egy oldószerből sem lehet megkapni. Legjobb chloroformban oldani a következő módon: az anyag másodszori anyalúgváltoztatásra sűrű olaj lesz, ezt 750 cm³ chloroformban oldjuk és a vizes részt választótölcsérben azonnal elválasztva a chloroformas részt szűrjük, majd háromszor 400–500 cm³ vízzel mossuk ki és végül chlorkalciummal szárítjuk meg. Nitrilmeghatározáshoz a chloroformas oldathól pár cm³-t előzetesen lemerő lombikban vákuumon állandó súlyig párolunk be, a lemerő maradékot hidegen oldjuk methylalkoholban és ammóniás ezüst-nitrátoldattal négy óra hosszat hagyjuk állni szobahőn. Ezután híg salétromsavval savanyítjuk meg és egyórás állás után Gooch-tégelybe szűrjük az ezüstcyanidot és szárítva mérjük. Külön-

bőző kísérletekben a nyerstermék nitriltartalma 60 és 66 % között változik, oktaacetylaktobionsavnitrilre számítva. Termelés kerekén 300 gr, vagyis az elméleti nitrilmennyiség 50 %-a. Aetherrel, illetőleg petrolætherrel való systematikus frakcionálással a nitriltartalom nem emelhető 70 % fölé. Ezért jobb a lebontást a chloroformban oldott nyers nitrillel végezni és a galaktarabinózt benzylphenylhydrazonja alakjában elkülöníteni.

d-Galakto-d-arabinóz-benzylphenylhydrazon.

200 gr tejcukorból előállított oktaacetylaktobionsavnitril chloroformos oldatát hűtőkeverékben hűtjük le. 750 cm³ absolut methylalkoholban oldunk 15 gr fémnátriumot s ugyancsak hűtőkeverékben hűtjük le. Ezután erős rázogatós mellett a chloroformos oldathoz öntjük. A nátriummethylát addiciós vegyület azonnal kiválik. A reakciókeverékhez 750 cm³ vizet adunk és lehetőleg azonnal ecetsavval megsavanyítjuk. Az alsó chloroformos réteget leengedjük. A felső oldathoz 200 cm³ jégacetet öntünk és főlöslégből alkalmazott ezüstacetáttal rázzuk össze. Az ezüstcyanid teljesen kiválik. A szüredékből a fölös ezüstöt pár cm³ konyhasóoldattal csapjuk ki. Csontszénen derítés után az oldatot vakuumon sűrű sziruppá pároljuk. 80 %-os alkoholban oldjuk. Az oldat összesen 600 cm³. 65 gr benzylphenylhydrazint adva hozzá, ¹/₂ óra hosszat melegítjük vízfürdőn. Beoltva már melegen erős benzylphenylhydrazon-kiválás indul meg. Egy éjjelen át áll. Leszivatva kevés 80 %-os alkohollal mossuk, a kristályokat 80 %-os alkohollal dörzsöljük el, újra leszivatjuk és 96 %-os alkohollal mossuk. 60—67 grammot kapunk, kitermelés így 44—48 %, acetylezett nitrilre számítva. *Optikai meghatározás:* 50 %-os vizes-alkoholos oldatban

$$[\alpha]_D^{24} = - \frac{0.07 \times 18.028}{0.9185 \times 0.100} = - 13.5^\circ.$$

Ez a meghatározás, a kis bemérés miatt, nem elég pontos. Mivel pedig az anyag 50 %-os alkoholban nehezen oldódik, koncentráltabb oldat nem készíthető.

Optikai meghatározás: 4 tf. rész pyridin + 6 tf. rész alkoholban

$$[\alpha]_D^{24} = + \frac{0.15 \times 14.6636}{0.8879 \times 0.558} = + 4.4^\circ.$$

Állás közben a forgatás nem változik.

Az anyag tiszta állapotban szintelen, többnyire kissé sárgás árnyalatú, pár mm hosszú tűkből áll. Kapillárisban, gyorsan hevítve, 223—225°-on olvad, bomlás közben. Olvadáspontja így alig különbözik RUFF termékétől, ennek korrigált olvadáspontja ugyanis 223°. Lényegesebb a különbség az oldhatóságban. Az én termékem jelentékenyen nehezebben oldódik, mint a RUFF által leírt termék. RUFF anyagának forgatóképességét oly 50 %-os vizes-alkoholos oldatban határozta meg, melynek 100 cm³-ében 1.669 gr anyag volt. Ha az én benzylphenylhydrazonomból harmadnyi koncentrációjú oldatot készítünk, már nem polározható, mert az anyag szobahőmérsékleten azonnal kiválik. Ezért kellett a forgatást pyridin + alkoholban meghatározni. Ez értékek így nem hasonlíthatók közvetlenül össze RUFF termékének értékeivel. A két benzylphenylhydrazon különböző voltának igen jó bizonyítéka a benzylphenylhydrazin lehasítása után nyerhető galaktoarabinózok ellentétes forgatóképessége. A RUFF-féle galaktoarabinóz a szerzők adata szerint jobbra, az enyém balra forgat.

A galaktoarabinóz-benzylphenylhydrazon előállítása ezüst-acetát nélkül.

200 gr tejcukorból nyert oktaacetylaktobionsavnitril chloroformos oldatához, lehűtve és rázás közben, 750 cm³ abszolút methylalkoholban oldott 15 gr nátriumot öntünk. Az addíciós terméket 750 cm³ vízben oldjuk és 50 cm³ ecetsavat adunk hozzá, a chloroformos részt pedig választótölesérben elválasztjuk. A felső réteget vakuumban sűrű sziruppá pároljuk. Melegítés mellett 400 cm³ 96 %-os alkoholban oldjuk, 65 gr benzylphenylhydrazint adunk hozzá és 1½ óra hosszat melegítjük vízfürdön, majd galaktoarabinózbenzylphenylhydrazonnal oltjuk be. Erős kristályosodás kezdődik, ez öt óra alatt be is fejeződik. A kristályokat jól leszívátjuk, 100 cm³ 80 %-os alkohollal mossuk. A terméket 200 cm³

80 %-os alkohollal dörzsöljük össze, újra leszívátjuk és 100 cm³ 80 %-os alkohollal mossuk ki. Termelés 60—65 gr. A termék minden tekintetben azonos azzal, melyet fentebb írtam le.

d-Galakto-d-arabinóz (IV. képlet).

A benzylphenylhydrazont benzaldehyddel bontjuk el. Jól forró fürdővízbe helyezett 5 literes lombikban levő 3·5 l forró vízhez 25 gr benzylphenylhydrazont adunk, kis részletekben, erős keverés mellett, mindig megvárva, míg az egyes részletek teljesen oldódnak. Ha az egész mennyiség teljesen feloldódott (ezt 100 cm³ alkohol hozzáadásával segíthetjük elő), 20 cm³ frissen desztillált benzaldehydet csepegtetünk hozzá $\frac{1}{2}$ óra leforgása alatt. A benzaldehyd becsepegése után még $\frac{1}{4}$ óra hosszat keverjük, azután a fürdőből a forró vizet leszivornyázva, többször hideg vízzel cseréljük ki. Végül jéggel hűtünk. Az oldatot addig keverjük, míg a benzaldehydphenylhydrazon teljesen kiválik. A szüredéket vakuumban sűrűre pároljuk. Hat részlet benzylphenylhydrazont (egyenként 25 gr, összesen tehát 150 gr) feldolgozva, az egyesített oldatokat körülbelül $\frac{1}{2}$ l-re pároltam be, majd háromszor ætherrel ráztam ki. Csontszenes derítés után BERTRAND-meghatározást végezve, az oldatban 78 gr galaktoarabinóz van, vagyis az elméleti mennyiség 82 %-a.

A galaktoarabinóz szintelen szirup, víz nagyon könnyen, alkohol nehezen oldja. Kristályosodásra hajlama nincsen. Állandóinak meghatározására a bióz tiszta oldatait pároltam be mérhető készülékekben s abszolút alkohollal párszor víztelenítve, vakuumban phosphorpentoxyd fölött szárítottam állandó súlyig. Ezután forgatóképesség és hydrolysis előtti és utáni redukálóképességmeghatározásokat végeztem.

I. termék: benzylphenylhydrazonból az ezüstacetát-módszerrel előállítva:

Optikai meghatározás: vizes oldatban:

$$[\alpha]_D^{24} = - \frac{3 \cdot 18^\circ \times 51 \cdot 2372}{1 \cdot 0038 \times 2 \cdot 954} = - 55 \cdot 0^\circ, \text{ vizes oldatban.}$$

Multitrotációt nem mutat.

Redukció: 0·05908 gr hydrolysis előtt $9\cdot7\text{ cm}^3 n/10\text{ KMnO}_4$ -ot fogyaszt, ez megfelel 53 % glükóznak. 5 %-os sósavval 2 óra hosszat forralva $16\cdot65\text{ cm}^3 n/10\text{ KMnO}_4$ -ot fogyaszt, megfelel 95 % glükóznak.

II. termék: benzylphenylhydrazonból ezüstacetát nélkül előállítva.

Optikai meghatározás: vizes oldatban:

$$[\alpha]_D^{25} = - \frac{3\cdot33^\circ \times 104\cdot2410}{1\cdot0332 \times 5\cdot724} = -58\cdot1^\circ, \text{ vizes oldatban.}$$

Multitrotációt nem mutat.

Redukció: 0·05724 gr hydrolysis előtt $9\cdot55\text{ cm}^3 n/10\text{ KMnO}_4$ -ot fogyaszt, megfelel 54 % glükóznak. 5 %-os sósavval 2 óra hosszat hydrolysálva $16\cdot06\text{ cm}^3 n/10\text{ KMnO}_4$ -ot fogyaszt, megfelel 94 % glükóznak.

A d-galakto-d-arabinóz bontása emulsinnal.

2 gr anyagot 34 cm^3 vízben oldunk, 1 gr emulsint és pár csepp toluolt adunk hozzá és három napon át szobahőn állni hagyjuk. Forgatása; 1 dm-es csőben meghatározva, $2\cdot5^\circ$ jobbra, három nap múlva $0\cdot81^\circ$. Az oldatot kevés nátriumacetáttal és csontszénnel vízfürdőn enyhén melegítjük, 40 cm^3 alkoholt adunk hozzá és a szüredéket 1·5 gr diphenylhydrazinnal melegítve éjszakán át állni hagyjuk. 0·7185 gr d-arabinózdiphenylhydrazont kapunk, ez 0·34 gr d-arabinóznak felel meg. Az anyalúgot vákuumban bepároljuk, a maradékot 30 cm^3 vízben oldjuk, háromszor kiætherezzük és 1·5 gr sósavas phenylhydrazinnal és 3 gr nátriumacetáttal $\frac{5}{4}$ óra hosszat melegítjük vízfürdőn. A kiváló oszazonkeveréket, 8 cm^3 alkohol hozzáadása után, vízfürdőn melegítve, újból oldjuk. Állás közben kikristályosodik a galaktoszazon.

d-Galakto-d-arabinóz-phenyloszazon.

10 cm^3 vizes oldatot, melyben 0·6 gr galaktoarabinóz van, 1 gr sósavas phenylhydrazinnal és 2 gr nátriumacetáttal $\frac{5}{4}$ óra hosszat melegítünk forró vízfürdőn. Melegen nem válik ki semmi.

Az oldat élénk világossárga színű lesz. Lehűtve az oszazon citromsárga tükben válik ki. Leszívátva vízzel mossuk és 30 cm^3 forró, nedves ecetészterből kristályosítjuk át. A terméket vákuumban, phosphorpentoxyd fölött, 110° -on szárítjuk.

0.2504 gr: $25.8\text{ cm}^3\text{ N}$, 23° és 749 mm.

(Galaktoarabinózphenyloszazonra ($C_{23}H_{30}O_8N_4 = 490.40$) számítva :

	11.43 % N,
talált:	11.44 % N.

Az oszazon pár mm hosszú, selymes fényű, citromsárga tükből áll. Kapillárisban 242° -on olvad gázfejlődés és bomlás mellett. Valamennyi oldószerben jóval nehezebben oldódik, mint a RUFF által leírt galaktoarabinózphenyloszazon. Az ő terméke $236-238^\circ$ közt olvad.

A d-galakto-d-arabinóz acetylvegyületei.

40 gr galaktoarabinóz vizes oldatát vákuumban bepárolva, a maradékot párszor abszolút alkohollal vizmentesítjük. Ezután 200 cm^3 ecetsavanhydriddel és 40 gr vizmentes nátriumacetáttal vízfürdőn oldottam és egy óra hosszat tartottam forró vízfürdőn. Utána 1 l vízbe öntöttem. Éjszakai állás után sűrű olaj váltott ki. Ezt chloroformban oldottam és vízzel háromszor kimosva vákuumban bepároltam. A maradékot 25 cm^3 acetonban oldva, 50 cm^3 abszolút æthert, és rázogatas közben, 30 cm^3 petrolæthert adtam hozzá. Olaj vált ki (A. frakció), az oldat a B. frakció. A vizes-ecetsavas anyalúgot chloroformmal ráztam ki. A chloroformos oldatot vízzel háromszor mostam és vákuumban sűrű olajjává pároltam be. Maradék 50 gr . 50 cm^3 abszolút ætherben oldva még 30 cm^3 abszolút æthert adtam hozzá, anyag vált ki (C. frakció). Oldatban marad a D. frakció. A négy frakcióból külön-külön redukció- és forgatóképesség-meghatározást végeztem. Úgyszintén meghatároztam az acetát elszappanosításával felszabadított cukor forgatóképességét is. Ez utóbbi meghatározáshoz az állandó súlyig megszáritott termékeket chloroformban oldva nátriummethylláttal szappanosítottam el. A vizes oldatot

ecetsavval megsavanyítva és a chloroformot vakuumban lehajtva, mért térfogatra hígítottam. Redukálóképességét meghatározva számítottam az oldat bióztartalmát.

A. *frakció. Optikai meghatározás* chloroformban:

$$[\alpha]_D^{23.5^\circ} = + \frac{0.46^\circ \times 24.4516}{1.458 \times 2.2832} = + 3.4^\circ.$$

Redukálóképesség hydrolysis előtt 23 % glükóznak felel meg.
Optikai meghatározás szappanosítás után, vízben:

$$[\alpha]_D^{24^\circ} = - \frac{3.66^\circ \times 16.7878}{1.0326 \times 0.9521} = - 62.5^\circ, \text{ vízben.}$$

B. *frakció. Optikai meghatározás* chloroformban:

$$[\alpha]_D^{23.5^\circ} = + \frac{0.33^\circ \times 23.6716}{1.4684 \times 1.4312} = + 3.7^\circ, \text{ chloroformban.}$$

Redukálóképessége hidrolízis előtt 26 % glükóznak felel meg.
Optikai meghatározás szappanosítás után, vízben:

$$[\alpha]_D^{23.5^\circ} = - \frac{16.4156 \times -2.28^\circ}{1.0259 \times 0.6155} = - 59.3^\circ, \text{ vízben.}$$

C. *frakció. Optikai meghatározás* chloroformban:

$$[\alpha]_D = 0, \text{ chloroformban.}$$

Redukálóképessége hydrolysis előtt 26.4 % glükóznak felel meg.

Optikai meghatározás szappanosítás után, vízben:

$$[\alpha]_D^{24^\circ} = - \frac{-6.45^\circ \times 18.0984}{1.0580 \times 1.722} = - 64.1^\circ, \text{ vízben,}$$

D. *frakció. Optikai meghatározás* chloroformban:

$$[\alpha]_D = 0, \text{ chloroformban.}$$

Redukálóképessége hydrolysis előtt 26.1 % glükóznak felel meg.
Optikai meghatározás szappanosítás után, vízben:

$$[\alpha]_D^{24^\circ} = - \frac{4.28^\circ \times 17.2806}{1.0261 \times 1.323} = - 54.5^\circ, \text{ vízben.}$$

Fenti adatok, a tulajdonságok s főleg a kristályosodási hajlam hiánya arra mutatnak, hogy az anyag isomerek keveréke.

Heptaacetylgalaktoarabonsavnitril (V. képlet).

A benzylphenylhydrazon elbontása után nyert vizes oldatban, redukálóképesség meghatározása alapján, 30 gr galaktoarabinóz van. Ehhez 20 gr (96 %-os) sósavas hydroxylaminból készült hydroxylamin-oldatot adunk és egy óra hosszat tartva 65°-os fürdőben, oximmé alakítjuk. Vakuumban bepárolva a maradékot alkohollal víztelenítjük, 200 cm³ ecetsavanhydriddel és 30 gr vízmentes nátriumacetáttal óvatosan melegítjük vízfürdőn, míg az egész feloldódik. Utána egy és fél óra hosszat tartjuk 60°-on. 1 l vízbe öntve, a kivált olajat jól átdolgozzuk és beoltjuk. Éjszakai állás közben majdnem szintelen kristályok válnak ki. Leszivatva vízzel mossuk és 100 cm³ forró methyllalkoholból kristályosítjuk át. Termelés 22 gr. Újabb átkristályosításra olvadáspontja nem nő.

5.420 mgr : 0.14 cm³ N, 724 mm, 20°.

0.4922 gr : 0.1050 gr AgCN.

Heptaacetylgalaktoarabonsavnitrilre ($C_{25}H_{33}O_{16}N = 603.40$) számítva :

2.32 % N, 4.31 % CN,

talált : 2.27 % N, 4.15 % CN.

Optikai meghatározás chloroformban :

$$[\alpha]_D^{23.5^\circ} = + \frac{0.22^\circ \times 22.6266}{1.4911 \times 0.5932} = + 5.6^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Redukálóképessége hydrolysis előtt 9 % glükóznak felel meg.

Az anyag szintelen, tömör prizmából áll, kapillárisban 132°-on olvad. Oldhatósága megfelel az oktaacetylcellobionsavnitrilének, de a heptaacetylgalaktoarabonsavnitril mindenik említett oldószerben jobban oldódik.

Ha van oltókristályunk, jóval rövidebb utat követhetünk. Az acetylezett laktobionsav nyers nitriljét lebontva egy nyers-terméket kapunk. Ezt közvetlen dolgozhatjuk fel, a nélkül, hogy a galaktoarabinózt benzylphenylhydrazonja alakjában el kellene különíteni. Az eljárás a következő.

A vakuumban bepárolt maradékot, melyből, alkoholban oldva, a benzylphenylhydrazont lehet előállítani, kevés vízben oldjuk. 80 gr (96 %-os) sósavas hydroxylaminból készült hydroxylamin-oldatot adunk hozzá és egy óra hosszat tartjuk 65°-os vízfürdőben. A folyadékot ezután vakuumban sűrű sziruppá pároljuk, alkohollal párszor víztelenítjük és 700 cm³ ecetsavanhidriddel és 100 gr vízmentes nátriumacetáttal vízfürdőn feloldva, 1½ óra hosszat tartjuk 90°-on. 3 l vízbe öntve beoltjuk. Egy éjszakai állás után körülbelül 3—4 gr szintelen kristály válik ki. Methylalkoholból egyszer átkristályosítva fent megadott hőn olvad. A főtermék az edény alján kenőcsszerűen válik ki. 400 cm³ methylalkoholban oldva ugyanannyi vízzel hígítjuk és beoltjuk. Éjszakai állásra kristályok válnak ki. Ezeket leszívátjuk, kevés hideg methylalkohollal dörzsöljük össze és újra leszívátjuk. 2·5 térfogatú forró methylalkoholból átkristályosítva, 22 gr terméket kapunk. Olvadáspontja 132°. 200 gr tejcukor kereken 60—65 gr galaktoarabinózphenylhydrazont ad, ebből pedig 30—33 gr szabad galaktoarabinóz nyerhető. Így a közvetetlen mód is megközelítőleg akkora termelést ad, mint a jóval hosszabb benzylphenylhydrazinos módszer, melynek keresztülvitele azonban feltétlenül biztosabb.

A heptaacetyl-d-galakto-d-arabonsavnitril lebontása.

Tájékoztató kísérletek szerint a chloroformban oldott acetylzett nitril lebontása akkor adja a legjobb eredményt, ha koncentrált oldatok hatnak egymásra. Ebben az esetben az elméleti cyanhydrogen-mennyiség 75 %-a az ecetsavas megsavanyításra felszabadul, 25 %-a pedig vízben oldható nitril. Ezt a nitrilt ammóniás ezüstnitráttal kezelve quantitative meghatározhatjuk. Mivel a nitril és nátriumacetát abszolút alkoholban oldódik, a keletkezett d-galakto-d-erythróz pedig nehezen, a bióz — jelentékeny veszteségek mellett — elkülöníthető.

6 gr heptaacetyl-galakto-d-arabonsavnitrilt 10 cm³ chloroformban oldva hűtőkeverékben hűtünk le. 10 cm³ abszolút methylalkoholban oldott 0·6 gr fémnátriumot adunk hozzá. A nátrium methylát-addíciós vegyület azonnal kiválik. Két percig áll hűtőkeverékben,

utána 20 cm³ vízben oldjuk, 2 cm³ ecetsavval megsavanyítjuk és a chloroformtól elválasztott vizes oldatot vakuumban bepárolva még kétszer abszolút alkohollal pároljuk be. A maradékot 30 cm³ methyllalkoholban oldva, állandó rázogatas mellett, 70 cm³ abszolút alkoholt öntünk hozzá. Az edény falára kevés szennyezés válik ki. Állás után a megtisztult oldatot kavargatas mellett 150 cm³ abszolút alkoholba öntjük. A d-galakto-d-erythróz szintelen pelyhekben válik ki. Leszivatva vakuumban phosphorpentoxyd felett szárítjuk. Termelés 0.44—0.5 gr. Az anyalúgban még sok anyag van.

d-Galakto-d-erythróz (VI. képlet).

Szintelen, vízben igen jól, alkoholban nehezen oldódó por.

Optikai meghatározás vizes oldatban:

I. termék:

$$[\alpha]_D^{24} = + \frac{0.48^\circ \times 50.964}{1.0193 \times 1.300} = + 18.5^\circ.$$

II. termék:

$$[\alpha]_D^{23.5} = + \frac{0.78^\circ \times 15.696}{1.024 \times 0.695} = + 17.2^\circ.$$

Redukálóképesség: hydrolysis előtt 17 % glükóznak felel meg, 5 %-os sósavval egy óra hosszat hydrolysálva 39 % glükóznak felel meg. Hig, 5—10 %-os ecetsav a biózt nem hydrolysálja.

Oszazonpróba: 0.44 gr anyagot 15 cm³ vízben oldunk, 1 gr sósavas phenylhydrazint és 2 gr nátriumacetátot adunk hozzá és forró vízfürdőn $\frac{5}{4}$ óra hosszat melegítjük. Világossárga olaj válik ki. Ez a galaktoerythrózphenylhydrazon phenylhydrazinnal képezett vegyülete. Hasonló vegyületekről egy korábbi munkámban¹ már volt szó, a 2, 3, 4, 6-tetramethylglükóznál és az 1, 3, 4-trimethylfruktóznél. A reakciókeveréket chloroformmal rázzuk ki, a chloroformos oldatot vízzel mossuk, chlorcalciummal szárítjuk és vakuumban bepároljuk. Maradék 0.41 gr. Vízgőzzel desztillálva phenylhydrazin megy át. Egyórás vízgőzdesztillálás után a desztillátum már nem redukál. A vizes oldatot vakuumban

¹ ZEMPLÉN GÉZA és BRAUN GÉZA: Berichte 59, 2230. (1926).

bepároljuk. Maradék gyanta (0·15 gr), a hydrazon bomlásterméke. A hydrazon nem bírja ki a hosszú vízgőzös kezelést. A hydrazon egy része a chloroformmal kirázott vizes oldatban marad. Ezt benzaldehiddel egy óra hosszat melegítjük vízfürdön. Lehűtve a kiváló benzaldehydphenylhydrazont szűrjük és a szüredéket kiüthetjük. Az oldatban az eredeti d-galakto-d-erythróznak épp a fele van. A kísérletet megismételtem, azzal a különbséggel, hogy az oszazonpróbánál kiváló olajat a folyadékkal együtt bontottam el benzaldehiddel. A biózt változatlanul nyertem vissza. Oszazonképződés nem volt kimutatható, ennek pedig be kellett volna következnie, ha az oszazonpróba elbontott reakciókeverékében oszon lett volna.

A biózt emulsin nem bontja. 1 %-os sósavval vízfürdön egy óra hosszat melegítve, a d-erythróz oszazonja alakjában mutatható ki, ez szobahőn kiválik. 5 %-os sósavval két óra hosszat hidrolizálva a d-erythróz elbomlik. Az oszazonpróba ekkor csak galaktoszazont ad.

Fenti kísérletek körüli hozzáértő segítségükért ezúton mondok köszönetet KISS DÉNES és JÓKAY ALAJOS vegyész-mérnök uraknak.

A vizsgálatok az Országos Magyar Természettudományi alap anyagi támogatásával készültek.

(Aⁿ M. T. Akadémia III. osztályának 1926 október 4.-én tartott üléséből.)

ABBAU DER REDUZIERENDEN BIOSEN.

IV. Konstitutionsermittlung des Milchzuckers.

Von GÉZA ZEMPLÉN k. Mitglied der Akademie.

Milchzucker kann mit Hydroxylamin in sein Oxim überführt werden. Dieses gibt bei der Acetylierung das acetylierte Nitril der Lactobionsäure, welches nach der früher beschriebenen Methode eine Galaktoarabinose liefert. Die Wiederholung der ganzen Operation mit der letzteren Biose führt zu einer Galaktotetrose, die nicht mehr befähigt ist ein Osazon zu bilden. Demnach ist Milchzucker 1-Galaktosido-, 4-Glykose.

Die Arbeit erschien unterdessen auch in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft, 59, 2402 (1926).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Oktober 1926.)

REDUKÁLÓ DISZACCHARIDOK LEBONTÁSA.¹

V. A melibióz és a raffinóz szerkezetének bizonyítása.

ZEMPLÉN GÉZA I. tagtól.

A melibiózt először SCHEIBLER és MITTELMEIER² írták le, mint a raffinóznak híg ásványsavak hatására létrejött hidrolízis termékét, amely fruktóz mellett keletkezik és összetételében egy diszaccharidnak megfelelő. BERTHELOT³ figyelte meg, hogy bizonyos élesztőfajták a raffinózt olyképpen bontják, hogy fruktóz áll elő; a mellette keletkező melibiózt nem ismerte fel helyesen. Mivel a szabaddá váló fruktóz mindjárt el is erjed, ez a legcélszerűbb útnak bizonyult a melibióznak előállítására.⁴ SCHEIBLER⁵ úgy vélte, hogy a melibióz a tökéletlen erjedés következtében keletkezik és jelenlétét a sörben gyanította. Ezt a sejtést DÜLL⁶ nem tudta beigazolni és BAU⁷ bebizonyította, hogy sem

¹ A IV. Értekezést lásd Matematikai és Természettudományi Értesítő 44. kötetében.

² C. SCHREIBER és H. MITTELMEIER: *Berichte der Deutsch. chem. Gesellsch.* 22, 1678 (1889); 23, 1439 (1890).

³ M. BERTHELOT: *La sucre indigène* 34, 450 (1889); *Zeitschrift d. Vereins der Deutschen Zuckerindustrie* 39, 1078 (1889); *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* 109, 548 (1889); *Annales de chimie et de Physique* [6] 19, 500 (1890); *Bulletin de la Société chimique* [3] 2, 655 (1890)

⁴ BAU: *Chemisches Zentralblatt* 1899, II. 526; *Zeitschrift d. Vereins d. Deutsch. Zuckerindustrie* 49, 850 (1890); *Chemiker Zeitung* 26, 69 (1902); LOISEAU: *Zeitschr. d. Vereins d. D. Zuck.* 53, 1050 (1903).

⁵ G. SCHEIBLER: *Neue Zeitschr. f. Zuckerind.* 23, 237 (1873).

⁶ DÜLL: *Chemiker Zeitung* 16, 1178 (1892).

⁷ BAU: *Chemiker Zeitung* 18, 1794 (1894). *Neue Zeitschr. f. Zuckerind.* 37, 166 (1887).

a malátában, sem pedig a sörben melibióz nincsen jelen. A legújabb időkig nem is találtak melibiózt a természetben. Nemrégiben azonban LIPPMANN¹ szélőtől levert sárga mályva kórók külső beszáraadt váladékában talált melibiózt, minek következtében a melibióz a természetben előforduló cukrok közé sorakozott. A melibiózt alkotó egyszerű cukrok mineműségére nézve szintén SCHEIBLER és MITTELMEIER, továbbá BAU nyújtottak bizonyítékot, amennyiben megállapították, hogy ásványsavak a melibiózból hidrolízis folytán szőlőcukrot és galaktózt eredményeznek, tehát ugyanazokat a végtermékeket, melyeket a tejcukor is szolgáltat. Mivel a melibióz egy redukáló diszacharid, fontos volt azt is megtudni, hogy melyik egyszerű cukor jellemző csoportjának tulajdonítható a redukció, vagyis mai kémiai nyelven beszélve, melyik cukor 1-es szénatómjának hydroxylja szabad. E kérdésre a választ szintén SCHEIBLER és MITTELMEIER-ék adták meg olyképpen, hogy a melibiózt nátriumamalgamos redukciónak vetették alá, amikor csekély mennyiségben egy 12 szénatomos alkoholhoz, a melibiotithoz jutottak el. Ez az alkohol savval hidrolizálva d-mannitot és d-galaktózt adott, jelölül annak, hogy a szőlőcukor redukáló csoportja van szabadon. Ugyanezt bizonyítja a melibioszonnak emulzinnal való elbontása, amely glükoszonhoz és galaktózhhoz vezet.² Hogy a galaktóz 1-es szénatómja oxigén segítségével a szőlőcukornak melyik szénatómjához kapcsolódik, arra nézve akkori időben semmi pozitív támpont nem volt. Biztosan csak annyit lehetett mondani, hogy az 1-es és a 2-es szőlőcukor szénatómoknál a kapcsolat nem lehetett jelen, mert a melibióz egy phenyloszazon létesítésére alkalmas, ez pedig igénybe veszi éppen az 1-es és 2-es szénatómot.

Pedig a melibióz nemsokára igennagy jelentőségre tett szert, amennyiben EMIL FISCHER és ARMSTRONG-nak³ acetochlorgalak-tózból szőlőcukor és natriumäthylat hatására vizesalkoholos oldatban egy olyan reakcióterméket sikerült előállítani, melyből elszappanosítás és a változatlan cukroknak élesztővel való el-

¹ EDMUND O. VON LIPPMANN: Berichte der Deutsch. chem. Gesell 53, 2069 (1920).

² EMIL FISCHER és E. FRANKLAND ARMSTRONG: Berichte 35, 3141 (1902).

³ EMIL FISCHER és E. FRANKLAND ARMSTRONG: Berichte 35, 3144 (1902).

erjesztése után egy diszaccharid oszazonját különítették el, melynek tulajdonságai annyira hasonlítottak a melibioszazonhoz, hogy a vegyészek köztudatában az a nézet alakult ki, hogy itt a melibióznak és egyszersmind egy diszaccharidnak az első jól értelmezhető szintézisét hajtották végre.

Ezt a véleményt a legújabb időben SCHLUBACH és RAUCHENBERGER-nek¹ vizsgálatai döntötték meg, akik kimutatták, hogy a fent említett szintézis alkalmával nem melibióz, hanem valószínűleg tejcukor keletkezik.

Alig néhány hónapja azonban a melibióz szintézisét PICTET és VOGEL² tényleg végrehajtották, igaz, hogy olyan módszerrel, mely a diszaccharid felépítésére, tehát szerkezetére nézve semmiféle következtetést vonni nem enged.

A módszer, melynek segítségével PICTET-ék dolgoztak, a következő volt. Szőlőcukrot vakuumban való melegítés útján glukosanná alakítottak, ezt pedig zinkchlorid jelenlétében tovább melegítve, eljutottak a diglucosanhoz. Ugyanezen az úton galaktózból a digalaktosant készítették. A két terméket összekeverve és zinkchloriddal vakuumban melegítve egy reakciókeverék áll elő, mely hidegen koncentrált sósav hatására oly anyagot szolgáltat, amelyből szisztematikusan, alkohollal való frakcionálás útján kristályosan nyerték ki a melibiózt.

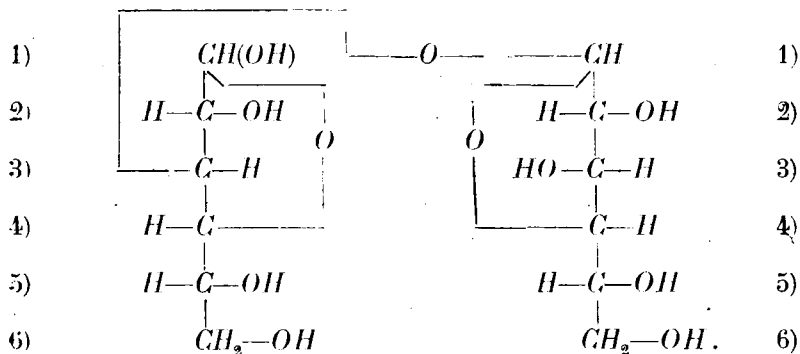
Amikor az angol iskola a cukrok szerkezetét a methylező módszer segítségével igyekezett bebizonyítani, többek között a melibiózzal is foglalkoztak. HAWORTH és LEITCH³ a tejcukor szerkezetének kísérleti alapjait keresvén, diszkusszió tárgyává tette a melibióz szerkezetét is, a nélkül azonban, hogy a melibiózzal kísérleti alapon foglalkozott volna. E diszkusszió eredményeképpen kimondották, hogy a melibióz valószínűleg egy galaktosido-3, vagy pedig 6-glükóz, vagyis, hogy a melibióz szerkezetét a következő két szimbolum fejezheti ki (I. és II.):

¹ HANS HEINRICH SCHLUBACH és WOLFGANG RAUCHENBERGER: *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft* 58, 1184 (1925); 59, 2102 (1926).

² AMÉ PICTET és HANS VOGEL: *Helvetica chimica Acta* 9, 806 (1926).

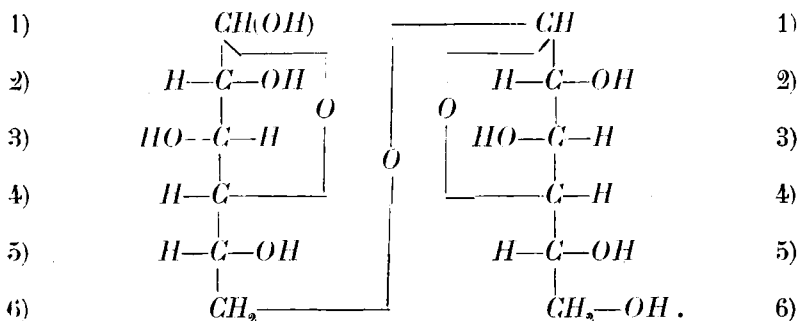
³ WALTER NORMANN HAWORTH és GRACE CUMMING LEITCH: *Journal chemical Society* 113, 189 (1918).

I.



galaktosido-3-glükóz.

II.



galaktosido-6-glükóz.

Egy további munkában HAWORTH, HIRST és RUELL¹ kísérleteket végeztek a raffinóznak teljes methylezése és a hydrolyzis folytán keletkező termékek felismerése céljából. Az eredmény az volt, hogy keletkezik tetramethyl- γ -fruktóz, tetramethyl-galaktóz és 2, 3, 5-trimethylszőlőcukor.

Ezekből az eredményekből azt következtették, hogy a melibióz a II. szimbolumnak megfelelő szerkezettel bír, tehát a gentio-bióz analogonja volna.

Az 1926-ban lefolytatott revíziós vizsgálatok azonban kide-

¹ WALTER NORMANN HAWORTH, EDMUND LANGLEY HIRST és DAVID ARTHUR RUELL: Journal chemical Society 123, 3125 (1923).

ritették, hogy a 2, 3, 5-trimethylszőlőcukornak vélt vegyület tulajdonképpen a 2, 3, 6-os¹ hydroxylokban viseli a methylt, e szerint a melibióz mégsem a II. szimbolum szerint lehet felépítve.

E mellett szól a HELFERICH-féle² szintézis is. HELFERICH-nek sikerült egy 6-os helyzetében szabad hydroxylal ellátott tetraacetyl-szőlőcukorba acetobromgalaktóz és ezütoxyd segítségével a galaktóz-csoportot a 6-os helyzetbe bekapcsolni és így a II. szimbolummal jelölt vegyületet előállítani. Ez a vegyület nem bizonyult azonosnak a melibiózzal, minek következtében kísérleti alapon nyugszik a II. szimbolumnak érvénytelensége. Ez a következtetés természetesen csak akkor áll meg, ha nincs véletlenül a galaktóz komponensben esetleg az oxygénhidnak más helyzete a melibiózban, illetőleg a HELFERICH-féle szintétikus vegyületben.

Ha mármost azt vesszük figyelembe, hogy a methylezési kísérletek a mellett szóltak, hogy az oktaacetyl-melibiózból egy 2, 3, 6-trimethylszőlőcukor keletkezik hydrolysisakor, akkor a melibióz szerkezete azonos kell hogy legyen a tejcukoréval. Ez a szerkezet (III. szimbolum) is valószínűtlen, mert mindkét diszacharid ugyanazokból az egyszerű cukrokból van felépítve és a kötés is a két cukorban hasonló, mert emulsinnal mindkét vegyület hydrolysisra szenved.

E szerint látjuk, hogy az eddigi, rendelkezésre álló kísérleti és spekulatív adatok csupa ellentmondáshoz vezetnek. Tovább növeli a zavart egy NEUBERG-féle³ nagyon hiányos vizsgálat, amelyben a melibióznak brómmal való oxidációja útján nyert melibionsavat elektrolysisnak veti alá és állítólag egy galaktarabinóznak a p-nitrophenyloszazonját különíti el csekély mennyiségben. A kísérlet nagyon kétes értékű és ha döntőnek fogadjuk el, abból az következne, hogy a melibiózban a 3-as szénatómon levő hidroxil is szabad. De viszont akkor komoly disz-

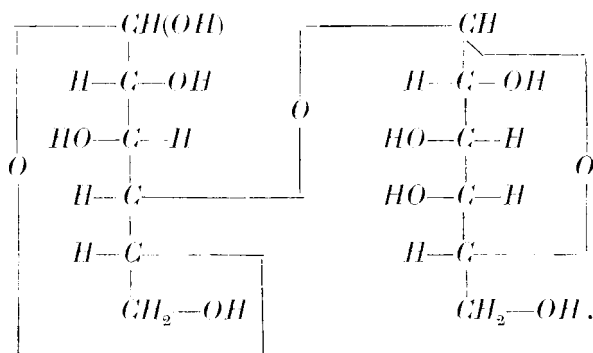
¹ JAMES COLQUHAUN IRVINE és JAN MACLEOD ARMSTRONG BLACK: Journal of the chemical Society 129, 862 (1926).

² BURCKHARDT HELFERICH és HELMUT RAUCH: Berichte der Deutsch. chem. Gesellsch. 59, 2655 (1926).

³ C. NEUBERG, L. SCOTT és S. LACHMANN: Biochemische Zeitschrift 24, 164 (1910).

kusszió tárgyát csak az 5-ös szőlőcukorhidroxil alkothatná, melyről pedig jelenleg azt kell feltennünk, hogy az oxigénhid egyik hordozója, aminek következtében a lehetőségek mindegyike ellen kizárólag csak ellentmondások szólnának.

III.

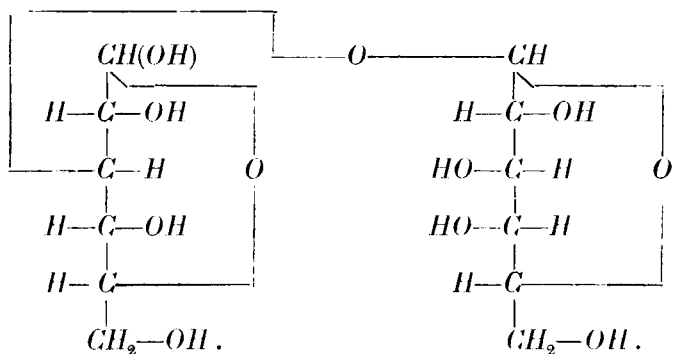


Az előzmények kellőképpen meggyőznek annak a szükségességéről, hogy ez a zavaros és ellentmondásokkal teli kérdés tisztázódjék, annál is inkább, mert a melibióz szerkezetének felderítése egyszersmind a raffinóz szerkezetének a kulcsát is rendelkezésünkre bocsátja.

Mint a cellobióz és a tejcukor esetében, itt is csak egy szisztematikus lebontástól várhatunk eredményt. Ezt a lebontást elvégeztem, még pedig a következőképpen. Raffinózból az erjesztéses módszerrel melibióz szirupokat készítettem. A melibióz kikristályosodását nem vártam meg, hanem a szirupokat szabad hidroxilamin segítségével oximná alakítottam. Az összes eddig tapasztalt diszacharid-oxim eseteiktől eltérően a melibióz-oxim kristályos állapotba volt hozható. A nitrillé való átalakítás ecetsavanhydrid és vízmentes nátriumacetát segítségével azonban megint csak amorph-nitrilhez vezetett, melynek nitriltartalma 63 és 70% között ingadozott, tehát kereken olyan volt, mint a tejcukor esetében. A nitril lebontása körülbelül úgy ment végbe, mint a lactobionsavnitrilnél, azzal a különbséggel, hogy itt semmiféle hydrazon nem volt alkalmas a keletkező galaktoarabinóznak kristályos alakban való leválasztására. A reakciótermékek vizs-

gálatára e szerint egy kerülő utat kellett kidolgoznom. A lebontott terméket vizes oldatban sósavas phenylhydrazin és nátrium-acetáttal melegítve, melegen nem válik ki oszazon. Kihűléskor melibioszazon kristályosodik ki, mely eredetét a nitril mellett levő kereken $37-30^{\circ}$ -nyi acetylezett melibiózoximból veszi. Az anyalúgokból eltávolítva a még jelenlevő phenylhydrazint és elbontva az oldott hydrazont benzaldehiddel, erősen jobbra forgató diszaccharid marad az oldatban, amely savakkal hidrolizálva d-arabinózt és d-galaktózt szolgáltat. Ugyanezt bizonyítja a forgatóképességnek hydrolysis után való lecsökkenése majdnem nullára. Az oldatban lévő diszaccharid, mely tehát az acetylezett melibion-savnitrilből keletkezik, oszazonképződésre már nem alkalmas, bizonyítékaul a annak, hogy a galaktóz első szénatómja a szőlőcukor 3-ik szénatómjával van oxigén közvetítésével egymáshoz kapcsolva. Ezek szerint a melibióz szerkezete, ami a szénatóm vázat és a szénatómok kapcsolódását illeti, teljesen tisztázott. Bizonytalan csak az egyszerű cukrokon belül az oxigénhidak pontos helyzete. A legvalószínűbb szerkezet a következő szimbolummal fejezhető ki:

IV.



E szerint a melibióz szerkezete különböző az összes eddig szerkezetileg biztosan ismert diszaccharidoktól.

Lássuk ezekután, miképpen értékesíthető a melibióz szerkezetének felderítése a raffinóz nevű triszaccharid szerkezetének tisztására. Először azonban néhány a raffinóz szerkezetére nézve történt eddigi mozzanatot kell megismertetnem.

Az Eucaliptusokon (*Eucaliptus viminalis*, Gunnii) bizonyos Cicádák szúrására már régebbi időkben észlelték egy manna-természetű váladék megjelenését. Ennek a mannának vizsgálatával először BERTHELOT¹ foglalkozott és egy cukrot talált, melyet *melitóz*-nak nevezett el s melyet eleinte diszaccharidnak tartott. A gyapotmagban is találtak egy cukrot, melyről egy ideig szintén nagyon keveset tudtak s azt *gossipóz*-nak nevezték el.² Végül LOISEAU³ különített el a cukorrépa melaszából egy cukrot, melyet *raffinóz*-nak nevezett el. A raffinóz a répalében már jelen van, de csak 0·02⁰ %-nyi mennyiségben, előfordul továbbá az árpában, a búzában és számos más növényben.⁴

¹ M. BERTHELOT: *Annales de chimie et de physique* [3], 46, 66 (1856); *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* 41, 392 (1856); RISCHELIETH u. TOLLENS: *Berichte der Deutsch. chem. Gesellsch.* 18, 2611 (1885); Liebig's *Annalen*: 232, 172 (1885); HOOPER: *Chemiker Zeitung*: 14, 343 (1890); PASSMORE: *Berichte* 24, 401 (1891).

² BÖHM: *Journal f. praktische Chemie* [2], 30, 37 (1884); RITTHAUSEN: *Journal f. praktische Chemie* [2], 29, 351 (1884); B. TOLLENS: *Zeitschrift d. Vereins d. Deutsch. Zuckerind.* 35, 591 (1885); 36, 217 (1886).

³ BOIVIN és LOISEAU: *Comptes rendus* 60, 164 (1865); LOISEAU: *Journal de fabr. de sucre* 24, 52; 26, 22; *Comptes rendus* 82, 1058 (1876); *Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerind.* 35, 1108 (1885); LIPPMANN: *Chemiker Zeitung* 8, 386 (1884); *Zeitschr. d. Vereins d. Deutsch. Zuckerind.* 35, 257 (1885); 41, 519 (1891); TOLLENS: *Berichte d. Deutsch. chem. Gesellsch.* 18, 26 (1885); *Zeitschr. d. Vereins d. Deutsch. Zuckerind.* 35, 31 (1885); 36, 212 (1886); SCHEIBLER: *Berichte* 18, 1779 (1885); *Zeit. d. Ver. d. D. Zuckerind.* 35, 844 (1885); lásd: E. LIPPMANN: *Chemie der Zuckerarten*, IV. kiadás, II. kötet, 1625. lap.

⁴ O'SULLIVAN: *Chem. News* 52, 293 (1886); *Journal Chemical Society* 49, 58 (1886); RICHARDSON és CRAMPTON: *Berichte* 19, 1180 (1886); SCHULZE és FRANKFURT: *Berichte* 27, 64 (1894); *Zeitschr. f. physiol. Chem.* 20, 511 (1895); BAU: *Chemiker Zeitung* 18, 1792 (1894); FRANKFURT: *Landwirtschaftliche Versuchsstationen* 47, 449 (1886); RINGGER: *Landw. Versuchsst.* 51, 89 (1890); 55, 267 (1901); HÉRISSEY LEFÈVRE: *Journ. d. Pharm. et d. Chimie* 26, 56 (1907); *Archiv. d. Pharm.* 245, 481 (1907); LEFÈVRE: *Journ. d. Pharm. et d. Chimie* 26, 241 (1907); *Arch. d. Pharm.* 245, 486 (1907); BOURQUELOT és BRIDEL: *Compt. rend.* 149, 361 (1909); *Journ. d. Pharm. et d. Chimie* [6] 30, 162 (1909); HERZFELD: *Zeitschr. d. Vereins d. Deutsch. Zuckerind.* 60, 1204 (1910); FR. STROHMER: *Österr. ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirtsch.* 39, 649 (1910); H. E. ANNETT: *Biochemical Journ.* 11, 1 (1917).

Későbbi kutatók reájöttek, hogy a három különféle eredetű cukor azonos és nem diszaccharid, hanem triszaccharid és hogy savakkal való hydrolyzissal alkalmával háromféle egyszerű cukor keletkezik belőle, még pedig szőlőcukor, fruktóz és galaktóz.¹

A raffinózban az egyszerű cukrok kapcsolódásának sorrendjére és szerkezetére nézve bizonyos támpontokat a következő tények nyújtanak. Maga a raffinóz nem redukál, a felső erjedésű élesztők hatására pedig fruktózára és melibiózra bomlik. Emul-szin hatására meg a melibiózt alkotó egyszerű cukrok között szűnik meg az összeköttetés és galaktóz, továbbá nádcukor keletkezik.² E szerint a középen kell hogy legyen egy szőlőcukormolekula, melynek 1-es szénatómjához a fruktóz 2-es szénatómja kapcsolódik oxigénközvetítéssel; ugyanehhez a középső szőlőcukormolekulához — de nem tudni, hogy melyik szénatómhoz, kivéve az 1-es és a 2-est — kapcsolódik szintén oxigénösszeköttetéssel a galaktóznak az 1-es szénatómja.

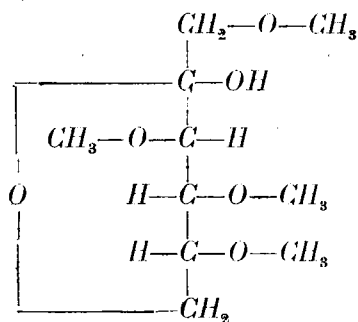
Az angol kutatók igyekeztek a raffinóz szerkezetét felderíteni a teljesen methylezett raffinóz hydrolyzisének fellépő termékek alapján.³ Az eredmény a teljes hydrolyzisének tetramethyl- γ -fruktóz (V.), 2, 3, 5-trimethylszőlőcukor (VI.) és 2, 3, 4, 6-tetramethylgalaktóz (VII.) volt.

¹ B. TOLLENS: *Berichte d. Deutsch. chem. Ges.* 35, 31, 591 (1885); 36, 217 (1886); *Liebigs Annalen* 232, 169 (1885); SCHEIBLER: *Berichte* 18, 1779 (1885); *Zeitschr. d. Vereins d. Deutsch. Zuckerind.* 35, 844 (1885); O'SULLIVAN: *Zeitschr. d. Ver. d. D. Zuckerind.* 37, 15 (1887); LIPPMANN: *Zeitschr. d. Ver. d. D. Zuckerind.* 35, 257 (1885); SCHEIBLER: *Berichte d. Deutsch. chem. Gesellsch.* 18, 1799 (1885); TOLLENS és GAUS: *Berichte* 21, 2150 (1888); *Zeitschr. d. Ver. d. D. Zuckerind.* 38, 1134 (1888); *Liebigs Annalen* 249, 215 (1888); SCHEIBLER és MITTELMEIER: *Berichte* 22, 1678 (1889); 26, 2930 (1893); J. PIERAERTS: *Bulletin de l'assoc. des Chim. et Dist.* 23, 1143 (1905); *Chem. Zentralblatt* 1906. II. 24.

² C. NEUBERG: *Biochemische Zeitschrift* 3, 519 (1907).

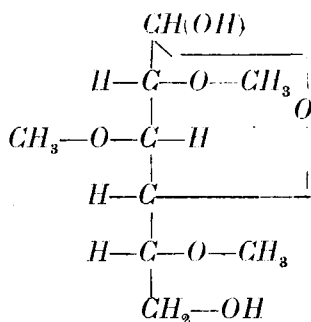
³ WALTER NORMANN HAWORTH, EDMUND LANGLEY-HIRST, DAVID ARTHUR RUELLE: *Journal Chemical Society* 123, 3125 (1923).

V.



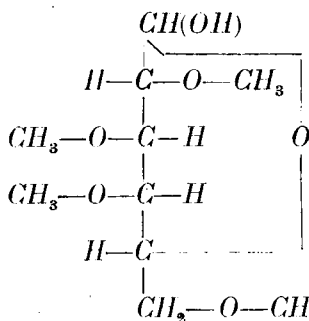
1, 3, 4, 5-tetramethyl-γ-fruktóz.

VI.



2, 3, 5-trimethylszőlőcukor.

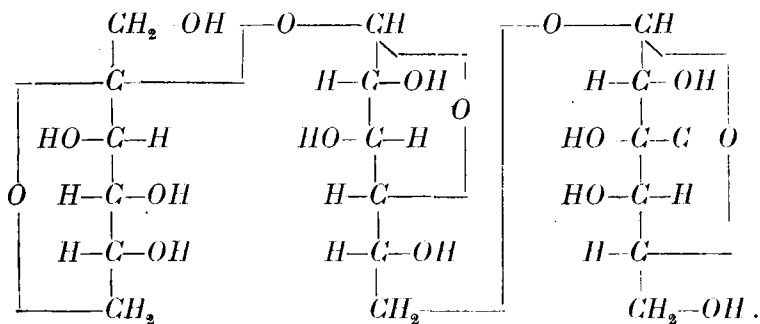
VII.



2, 3, 4, 6-tetramethylgalaktóz.

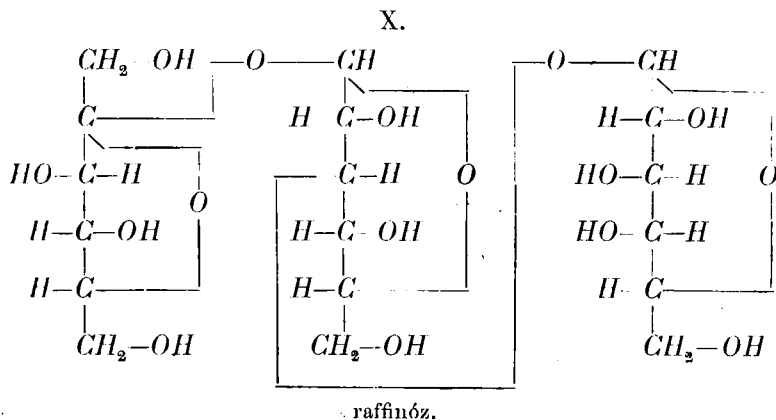
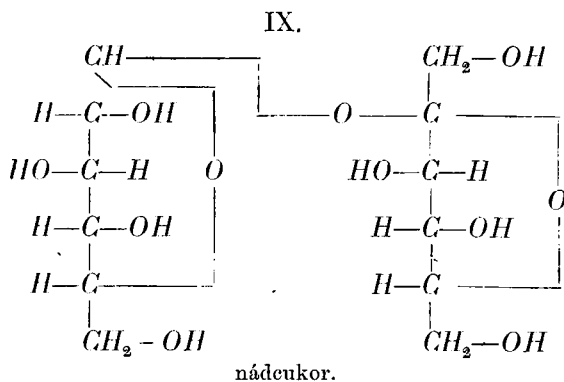
Ennek alapján a raffinózra nézve a VIII. szimbolummal kifejezett szerkezetet vezették be:

VIII.



Az angol kutatók eredménye mérvadó jelenlegi ismereteink mellett nem lehet, mert kiderült, hogy a methylezett hydrolizis-termékek azonosításánál tévedések történtek, melyeket ők maguk is beismertek.

A fenn leírt kísérleteim folyományaképpen, továbbá tekintetbe véve a nádcukorra az angol kutatók által elfogadott legújabb szerkezetet,¹ melyet a IX. szimbolummal jelölök, a raffinóz szerkezetét a következő szimbolum (X.) fejezi ki.



¹ W. N. HAWORTH és E. L. HIRST: Journal of the Chem. Soc. 129, 1588 (1926).

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Melibióz-oxim.

50 gr raffinózt 500 cm³ vízben oldunk és pár csepp ecetsav és 1 gr malátaesíra hozzáadása után friss felső erjesztésű élesztővel elerjesztjük. 48 óra múlva az erjedés majdnem teljesen be van fejezve. A szüredéket bázisos ólomacetáttal kezeljük. A megderített és szűrt oldatból az ólmot kénhydrogénnel távolítjuk el. A szüredéket vakuumban 50—70 cm³-re pároljuk be, majd keverés közben 5—6-szoros térfogatú abs. alkoholt adunk hozzá. A melibióz sziruposan válik ki. Vízben oldjuk és 12·5 gr sósavas hydroxylaminból készített hydroxylamin-oldattal melegítjük 65°-on egy óra hosszat. A vakuumon bepárolt oldatból az oxim kristályosan válik ki. Alkohollal dörzsöljük össze és leszívátjuk. Megszárítva teljesen tiszta kristályos anyagot kapunk. Termelés 18 gr.

I. 0·4000 gr: 14 cm³ N, 765 mm, 24°,

II. 0·3920 gr: 13·6 cm³ N, 764 mm, 21°.

Nitrogén % melibiózoximra számítva $C_{12}H_{22}O_{11}N(356·24) = 3·93\%$.

Talált: I.: 3·94%; II.: 3·96%.

Az optikai meghatározásra a vizes oldat szolgált.

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{3·06^\circ \times 15·5366}{1·014 \times 0·4938} = + 95^\circ, \text{ vízben.}$$

A melibiózoxim szintelen, pár milliméter hosszú tűkből áll. Kapillárisban hevitve 184°-on barnul és 186°-on gázfejlődés közben bomlik. Víz jól, methyllalkohol és alkohol nehezen, más organikus oldószer még nehezebben oldja.

Oktaacetylmelibionsavnitril előállítás.

Ha szintelen terméket akarunk kapni, következésképp kell eljárunk. 10 gr oximot 60 cm³ ecetsavanhydriddel és 10 gr vízmentes nátriumacetáttal acetylezünk meg vízfürdön, óvatosan, míg az egész oldódik. Ekkor az ecetsav és az anhydrid java-

részt vákuumon ledesztilláljuk, majd újra 60 cm³ ecetsavanhydridet adva hozzá vízfürdön, 2 óra hosszat melegítjük, széndioxyd bevezetése mellett. A termék alig színeződik. Vizbeöntés után, az anyalúgot párszor friss vízzel kicserélve, az anyag szintelen porrá nyomkodható szét. Vakuumban phosphorpentoxyd felett szárítjuk meg. Termelés 10—12 gr. Nitriltartalma 64%, oktaacetylmelibionsavnitrilre számítva.

Ha a tejcukor oxim előállítására szerint járunk el, vagyis az ecetsavanhydridet nem újítjuk meg, akár 90°-on, akár 85°-on acetylezünk, állandóan oly termékeket kapunk, melyeknek magasabb valamivel a nitriltartalmuk, de erősen barnás színeződésűek. Szintelen terméket következő eljárással kaphatunk belőlük:

60 gr 67% nitriltartalmú terméket 250 cm³ acetonban oldunk s csontszénnel derítjük. Ezután az oldatot választótölcsérbe öntve, 200 cm³ ætherrel higitjuk, majd kis részletekben összesen 350 cm³ petrolæthert adunk hozzá. Ha a műveletet jól végezzük, alul pár cm³-nyi sötétbarna olaj válik ki. A föltte lévő majdnem szintelen oldatot vákuumban erősen bepárolva, többször alkohollal hajtjuk le. Végül kevés alkoholban oldva vízbe öntjük. Az anyag lassan tézstaszerűvé mered meg, ezt vákuumban phosphorpentoxyd felett szárítjuk meg. Termelés 40 gr. Nitriltartalma 63%, oktaacetylmelibionsavnitrilre számítva.

Az oktaacetylmelibionsavnitril lebontása.

A lebontást valamennyi alább említett kísérletben következőképp végeztem. 6 gr nitrilt 15 cm³ chloroformban oldunk és hűtőkeverékben lehűtve, 20 cm³ abszolút methylalkoholban oldott 1·2 gr fém Na-ot adunk hozzá rázogatás közben. Hogy az átalakulás teljes legyen, az oldószer felét vákuumon gyorsan ledesztilláljuk. Az egész művelet legfeljebb 10 percig tart. Ezután 20—25 cm³ vizet adunk hozzá és 4 cm³ jégcettel rázzuk össze. A vizes oldatot elválasztva vákuumban jól bepároljuk s a maradékot párszor alkoholban oldva és újra szárazra párolva, a cyanhydrogént teljesen elűzzük. A maradékot vízben oldjuk és a különböző meghatározásokat a vizes oldatból végezzük. Egy ilyen oldat frissen készítve 16%-nyi oktaacetylmelibionsavnitrilnek

megfelelő nitrilt tartalmaz. Redukálóképessége, hydrolysis előtt, több meghatározás alapján, 0·9 — 1·0 gr glükóznak, 5 %-os sósavval végzett 2 órai hydrolysis után pedig 2·0 — 2·3 gr glükóznak felel meg. A hydrolysált oldatból 0·25 gr d-arabinózt lehetett elkülöníteni, diphenylhydrazonja alakjában. Ha a d-arabinózt a furfuroldesztillálási módszerrel, phloroglucidja alakjában határozzuk meg, 0·48 — 0·52 gr d-arabinóznak megfelelő értékeket kapunk. Ez a 63 %-os nitriltartalmú termékre számítva 68 — 76 % glükoarabinóznak felel meg.

6 gr nitrilt lebontva, a maradékot 40 cm³ vízben oldjuk és 2 gr sósavas phenylhydrazinnal 5 óra hosszat melegítjük forró vízfürdön. Melegen nem válik ki semmi. Lehűtve vízzel kétszeresre higitjuk. A kiváló oszazont pár óra múlva leszívatjuk és vakuumban phosphorpentoxyd felett szárítjuk. Az anyag 0·75 gr. 40 %-os alkoholból átkristályosítva és szárítva elemezzük.

0·1500 gr: 14·1 cm³ N, 755 mm 19°.

Számított nitrogén melibioszazonban = 10·77 %.

Talált nitrogén: = 10·70 %.

Galaktoarabinoszazonban 11·42 % nitrogén volna.

A melibioszazon anyalúgját vízfürdön melegítve és rázogatva, 1 óra hosszat kezeljük benzaldehiddel. Lehűtve szűrjük és az anyalúgot háromszor kiétherezzük. A sárga oldatot higanyacetáttal kezeljük. A szüredékből a higanyt kénhydrogénnel távolítjuk el és vakuumon pároljuk be. Az oldat cukortartalma, redukció alapján meghatározva és glükózra számítva 0·44 gr; 5 %-os sósavval hydroлизálva az érték 0·90 gr-ra emelkedik. A hydrolyzált oldatból 0·33 gr d-arabinóz választható le diphenylhydrazonja alakjában.

A lebontott nitril és az oszazonpróba után kapott oldat optikai viszonyait következőképp határoztuk meg. 6 gr nitrilt fentt leírt módon lebontva, 50 cm³-re töltünk fel. Az oldat cukortartalma, redukció alapján, 0·996 gr glükózra számítva. Forgatóképessége 1 dm-es csőben $\alpha = + 6·1^\circ$. Az oszazonpróbát fentt leírt módon elvégezve s az anyalúgot benzaldehiddel elbontva a vizes részt kiétherezzük, majd a sósavat ezütkarbonáttal távolítjuk el. Az oldatot csontszénnel derítve szűrjük. Redukálóképessége 0·42 glükóznak felel meg. Forgatóképessége $\alpha = + 2·6^\circ$. 2·5 %-os só-

savval 2 óra hosszat hydrolizálva redukálóképessége 0.76 gr glükóznak felel meg. Forgatóképessége $\alpha = +0.24^\circ$ -ra süllyed. A még meglevő pozitív forgatást föltétlenül a még jelenlévő melibiózoxim adja.

Az arabinóz mennyiségi meghatározását és az arabinóznak a melibioszazon leválasztása előtti és utáni mérlegét a következő kísérletekben határoztuk meg.

6 gr nitrilt lebontva, a maradékot vízben oldjuk és az oldatot megfelezzük. Az egyik feléből minden további nélkül furfurolmeghatározást végezve, NO 0.2320 gr furfurolphloroglucidot kaptunk. Ez megfelel 0.520 gr d-arabinóznak az egész 6 gr nitrilre megadva. Az oldat másik felében 1 gr sósavas phenylhydrazinnal oszazonpróbát végeztünk. A melibioszazon leválása után a szüredéket benzaldehiddel kezeljük, csontszémmel derítjük és a felében, vagyis az eredeti oldat egy negyedrészében furfurolmeghatározást végeztünk. Kaptunk 0.0750 gr phloroglucidot. Ez a 6 gr nitrilre megadva 0.3544 gr d-arabinóznak felel meg. Ez az oszazon leválasztása előtti arabinóz mennyiségének 68.2%-a. Tekintetbe véve azonban, hogy az oldatban az oszazonpróba után, több meghatározás alapján, glükózra számítva, már csak 0.42 - 0.44 gr cukor van, fenti adat azt jelenti, hogy az oldatban, a veszteségek dacára, az eredeti arabinózmennyiségnek 85%-a még jelen van.

6 gr nitrilt lebontva, a maradékot 50 cm³ vízben oldjuk és 1.5 gr sósavas phenylhydrazint adva hozzá, az oszazonpróbát végezzük el vele. 0.7 gr melibioszazont kapunk. A szüredéket benzaldehiddel kezelve és kiethereztve, 80 cm³-re pároljuk be és a felében 0.5 gr sósavas phenylhydrazinnal és 1 gr nátriumacetáttal újra oszazonpróbát végczünk. Az oxim további átalakulása folytán újra kapunk 0.14 gr melibioszazont. Az első oszazon anyalüg másik felében a d-arabinózt furfurolphloroglucid alakban határoztuk meg. Számított d-arabinóz mennyiség 0.3460 gr, ez pedig az előbbi kísérletben kapott 0.3544 gr-mal igen jól megegyezik.

Ha a reakciókeveréket az oszazonpróba után zárt edényben egy éjjelen át állani hagyjuk, akkor a szüredékkel végzett második oszazonpróba már csak mérhetetlen kis kiválást ad.

Fennti kísérletek elvégzése körüli szakavatott segítségéért
KISS DÉNES vegyészmérnök úrnak ez úton fejezem ki köszö-
netet.

A vizsgálatok az *Országos Magyar Természettudományi
Alap* anyagi támogatása mellett készültek.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 febr. 14.-én tartott üléséből.)

ABBAU DER REDUZIERENDEN BIOSEN

V. Konstitutionsermittlung der Melibiose und der Raffinose.

Von GÉZA ZEMPLÉN, k. Mitglied der Akademie.

Die bisherigen Resultate der Konstitutionsbestimmung der Melibiose sind Widersprüche. Deshalb wurde die Konstitution auf Grund der Abbaumethode zu ermitteln versucht, umsomehr als das Resultat zugleich der Schlüssel zur Aufklärung der Raffinose darstellt. Durch Abbau der Melibiose entsteht eine d-Gal-lakto-d-Arabinose, die nicht mehr fähig ist ein Osazon zu bilden. Deshalb muss die Melibiose eine 1-d-Galaktosido-3-d-Glykose sein, und auf Grund dieser Erkenntnis kann die Konstitutionsformel der Raffinose ebenfalls aufgestellt werden.

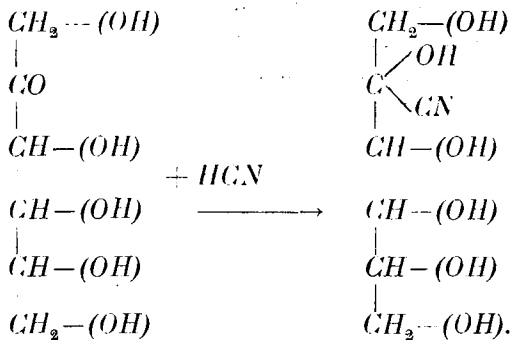
Die Arbeit erscheint auch in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft Jahrgang 60, S. 923—930 (1927).

(Aus der Sitzung vom 14. Februar 1927 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

A GLÜKONSAV SZABAD, KRISTÁLYOS NITRILJÉRŐL.

ZEMPLÉN GÉZA 1. tagtól.

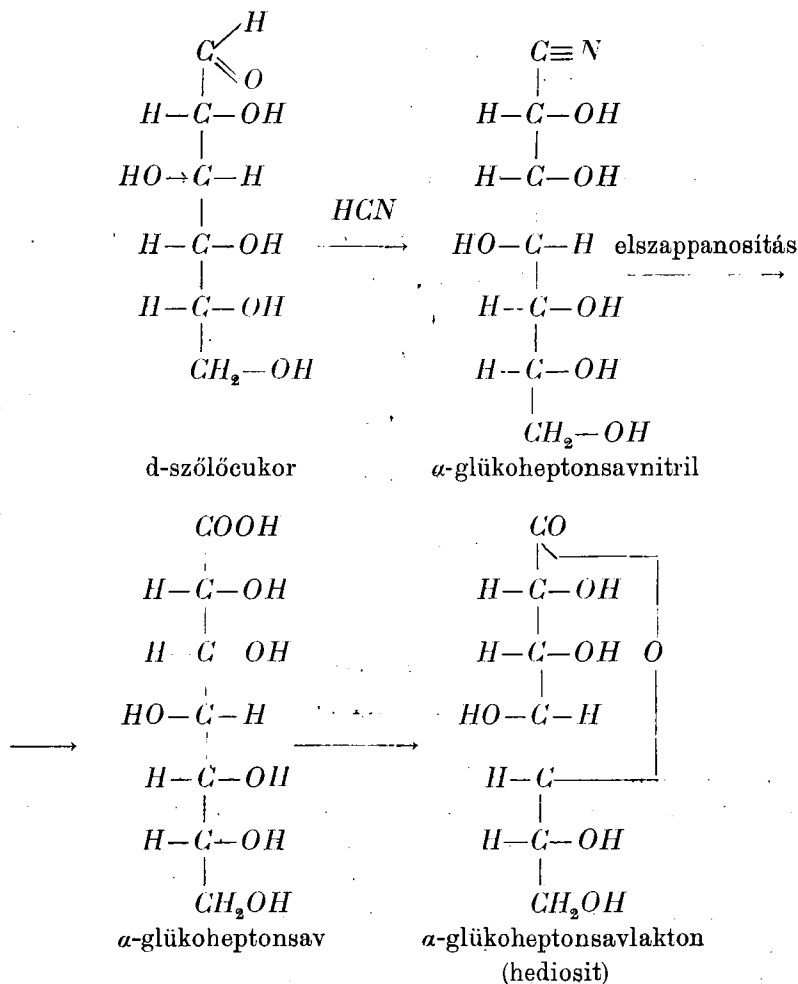
A cukorcsoporthoz tartozó szabad nitrilek közül eddig egyetlen ismert. Érdekes, hogy KILIANI,¹ aki a legfontosabb egyszerű cukroknak a szerkezetét először tudta beigazolni, a legelső kísérleteknél, melyeket a fruktózzal végzett, szabad ciánhidrogén hatására kristályosan kapta ki a reakciókeverékből a fruktózkarbonsav nitriljét:



Ő maga mindjárt megkísérelte ugyanezt a reakciót a szőlőcukorra és az l-arabinózra is alkalmazni, azonban nem volt képes

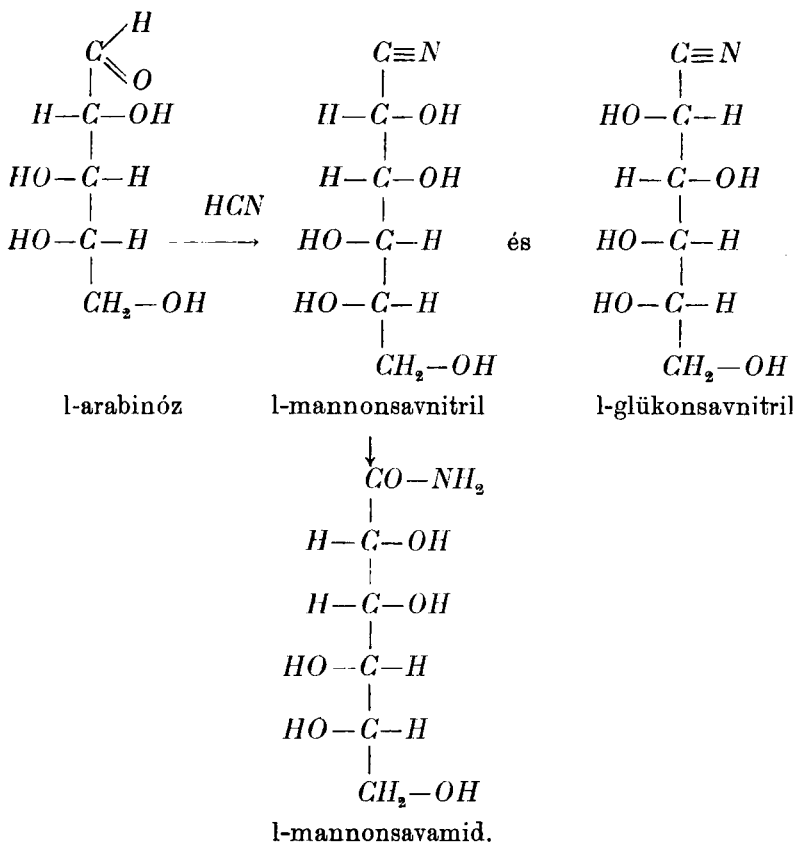
¹ H. KILIANI: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 18, 3066 (1885).

kristályos termékek birtokába jutni, mert a d-szőlőcukor¹ esetében az első termék, melyet el tudott különíteni: az α -glükó-heptonsavlakton volt, az l-arabinóznál² pedig az l-mannonsavamid.



¹ H. KILIANI: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 19, 770 (1886).

² H. KILIANI: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 19, 3029 (1886).



Mindkét utóbbi esetben tehát a közbeeső terméknek, a nitrilnek csak hidrolízis útján keletkezett termékeit lehetett elkülöníteni.

A KILIANI-féle úttörő vizsgálatok után EMIL FISCHER¹ a monoszaccharid sorban eszközölt nagyszámú szintéziseit mind a nitril közvetítésével végezte. Eljutott így a szőlőcukorból például a kilenc szénatomos cukorig és a többi fontosabb cukornál is sok esetben alkalmazta a reakciót a nélkül, hogy csak egyetlen esetben is sikerült volna a szabad nitrilek közül egyet

¹ EMIL FISCHER: Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente (1884–1906); (1907–1918). Springer, Berlin.

elkülöníteni. Később PHILIPPE¹ végigdolgozta még egyszer az utat szőlőcukorból kiindulólág felfelé a magasabb szénatomszámú cukrokhoz és eljutott a 10 szénatomos glükodekózig ismét a nélkül, hogy a reakciótermékek közül nitrilt különített volna el. Ezek után érthető, hogy hallgatagon minden szénhidrátsoportbeli kutató azt tartotta, hogy a cukorcsoporthoz tartozó szabad nitrilek nem is életképesek, mert mindjárt keletkezésük alkalmával elszappanosodás útján tovább alakulnak.

Azt is régen tudjuk,² hogy a monoszaccharidek acetylezett nitriljei a cukrok oximjaiból előállíthatók. Ezek az acetylezett nitrilek azonban az elszappanosítás alkalmával nitrilcsoporthoz tartozókat veszítik, vagy pedig savvá alakulnak át, úgyhogy ezekből sem tudta senki előállítani a szabad nitrilt.

A cukorcsoporthoz tartozó nitrileknek lobontásával foglalkozván, rájöttem, hogy az acetylezett nitrileknek alkoholos közegben csekély mennyiségű savval való elszappanosításánál a szabad nitrilek, oldatban legalább, többé-kevésbé állandók, úgyhogy napokig tartható egy gyengén savanyú vizes-alkoholos nitriloldat, a nélkül, hogy nitriltartalma lényegesen változnék. Egy ilyen oldat volt féltreve éppen azon megfigyelés céljából, hogy megnézzük, mennyi ideig tartható el bomlás nélkül. Körülbelül kétheti állás után gyönyörű kristályokban jelent meg az oldatban egy anyag, melyről kiderült, hogy a glükonsav szabad, eddig ismeretlen nitrilje.

E megfigyelés alapján feladatul tűztem ki a nitrilnek preparatív kinyerését. Mondhatom, hogy nem egykönnyen ment. A sajátos az, hogy abban a stádiumban, amidőn elemzés szerint a szabad nitril maximuma jelen van, feldolgozva a reakciókeveréket, nem lehet egyáltalán kihozni belőle nitril kristályokat. Ellenben, ha a vízfürdőn való szappanosítást addig folytatjuk, amíg a nitrilnek már kereken a fele ammóniává és glükonsavvá hidrolizált, akkor lehet a legjobb termeléseket kihozni, való-

¹ L. H. PHILIPPE: Annales de chimie et de physique [8] 26, 289—418 (1912); Compt. Rend. 152, 1774 (1911).

² A. WOHL: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 26, 730 (1893).

színüleg azért, mert az utolsó acetylek eltávolítása már csak olyan körülmények között fogatosítható, mely már a savvá való átalakulásnak is kedvez.

A szabad glükonsavnitril feltűnően szép vegyülete a cukor-sornak. Tiszta állapotban hónapokig eltartható változás nélkül.

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA.

Glükonsavnitril előállítás.

Az előállítás az acetyltermék híg kénsavas elszappanosítása útján történik. Akkor jön ki kristályosan, ha már a nitril egy része elszappanosodott savvá és az oldat erősen bekonzentrálódott. Legjobb kitermelést a következő munkakörülmények között lehet elérni:

10 gr acetylterméket 20 ccm abszolút alkoholban feloldunk vízfürdön. A forró oldathoz cseppenkint 6 ccm 10 %-os kénsavat adunk és forraljuk 45 percig, miközben erősen bekonzentrálódik. Az eredetileg 33 gr súlyú oldatból 20 gr-nyi lesz. A sűrű oldathoz 4—5 ccm abszolút alkoholt adunk és dörzsöljük. Bekristályosodik. Az így kapott nyers termék erősen leszívatra és megszárítva, bomlásponjtja még magas (145° körül). A terméket azon nedvesen, erősen leszívott állapotban átkristályosítjuk elegendő mennyiségű, kb. 30 - 40 ccm abszolút alkoholból. Lehűlés után kapunk 1·6 gr tiszta terméket. Az eredeti anyalúghoz egyenlő térfogatú æthert keverünk. Másnapig való állás közben kivált még annyi termék, mely átkristályosítva 0·4 gr tiszta terméket szolgáltat. Így összesen 10 gr acetyltermékből 2 gr szabad nitrilt kapunk, ez pedig 43·7 %-os kitermelésnek felel meg.

A termelést a következőképpen próbáltuk javítani, de e módok egyike sem vezetett jobb eredményre:

1. Hidegen szappanosítunk vizes-alkoholos közegben 10 %-os kénsavval. Túl sok oldószer és kénsav kell. Az elszappanosodás 4—5 óra alatt befejeződik, de kristályos terméket nem lehet kapni.

10 %-os sósavval a viszonyok hasonlóak.

2. Melegen szappanosítunk 10%-os sósavval. Csak ammóniumchlorid válik ki, mert a nitril teljesen elszappanosodik ammonglükonáttá.

3. Melegen 10-os kénsavval addig szappanosítunk, míg vízzel hígítva nem válik ki már az acetyltermék. Ekkor az előző vizsgálatok szerint 92 % nitril még jelen van. Az így kapott oldatot többféleképpen próbáltuk feldolgozni:

a) Báriumhidroxiddal majdnem teljesen semlegesíteni és vákuumban bepárolni. Nem kaptunk kristályos terméket.

b) Kénsav jelenlétében vákuumexsikkátorban lassan bepároljuk. Itt sincs kristály.

c) Vizmentes nátriumacetáttal próbáltuk a kénsavat megkötni. A nátriumacetát elszappanosítja a nitrilt.

d) Ammóniumacetát megköti a kénsavat, a nitrilt sem szappanosítja el, de kristályos terméket ez úton sem tudtunk kapni.

4. Melegen 20 %-os kénsavval töményebb oldatban is kísérleteztünk. 10 gr acetylterméket 10 ccm alkoholban oldva 2 ccm 20 %-os kénsavval szappanosítottuk. Kitermelés kevés.

5. Az elszappanosítás közben a bepárlás idejét is igyekeztünk megrövidíteni:

a) Vizsugárszivattyúval szívtuk a levegőt bepárlás közben az ERLÉNMEYER-lombik felett. Így már 38 perc múlva annyira bepárlódik, hogy lehűlés közben kristályosodik. Kitermelés nem javul.

b) Céltalan volt az elszappanosítás vége felé (20 perc múltán) csökkentett nyomás mellett való desztillációt alkalmazni. Így a kellő koncentrációt 35 perc alatt elértük, a nélkül azonban, hogy a kitermelés javult volna.

6. 50 %-os vizesalkoholos oldatban is végeztünk szappanosítást. Háromszoros mennyiségű kénsavra volt szükség. A végén csökkentett nyomás mellett bepároltuk, de a kitermelés itt is alacsony volt.

A glükonsavnitril sajátosságai.

A glükonsavnitril selyemfényű kis táblácskákban kristályosodik. Bomlásponjtja 115—120° között van. Vízen igen könnyen oldódik. Alkoholban nehezen, methylalkohol könnyebben

oldja. Pyridinben oldódik, acetonban alig. Aether, petrolæther, kloroform, benzol æthylacetát nem oldja.

Elemzések: $C_6H_{11}O_5N$ (177·13) képlet alapján tartalmaz: 40·67 % C-t, 6·26 % H-t, 7·91 % N-t és 14·67 % CN-t.

C-H-meghatározás: 21·310 mgr anyag adott 31·820 mgr CO_2 -t és 12·190 mgr H_2O -t, ez pedig: 40·74 % C-nak és 6·41 % H-nek felel meg.

N-meghatározás: a) 7·500 mgr anyag adott 0·565 ccm nitrogént 720 mm és 20° C mellett. Ez megfelel 8·02 % N-nek.

b) 0·1500 gr anyag adott 10·7 ccm nitrogént 744·5 mm és 21·5° C mellett. Ez megfelel 7·93 % N-nek.

Nitril-meghatározás WOHL szerint (ammóniás ezüstnitráttal hidegen elszappanosítva és utána salétromsavval megsavanyítva a kivált ezüstcianidot gravimetrikusan határoztuk meg). 0·1000 gr anyag adott 0·0727 gr ezüstcianidot, ez megfelel 14·12 % CN-nek. Az elméleti számított érték 14, 67 % CN.

Optikai forgatóképessége vizes oldatban:

$$(\alpha)_D^{21^\circ} = \frac{+0.29.15.4332}{1.0127.0.5004} = +8.8^\circ.$$

A glükonsavnitril ecetsavanhydrid és vízmentes nátriumacetáttal vízfürdön egy óráig acetylezve és utána vízbe öntve gyorsan kristályosodó terméket ad: pentaacetylglükonsavnitrilt. Alkoholos átkristályosítás után olvadáspontja: 84·5°.

Jelen vizsgálatok elvégzésénél KISS DÉNES vegyész-mérnök úr volt szíves nekem segédkezni, miért neki e helyen is hálás köszönetet mondok.

A vizsgálatokhoz szükséges anyagi eszközöket az «Országos Magyar Természettudományi Alap» bocsátotta rendelkezésemre.

ÜBER DAS FREIE, KRYSTALLISIERTE NITRIL DER GLYKONSÄURE.

Von GÉZA ZEMPLÉN, k. Mitglied der Akademie.

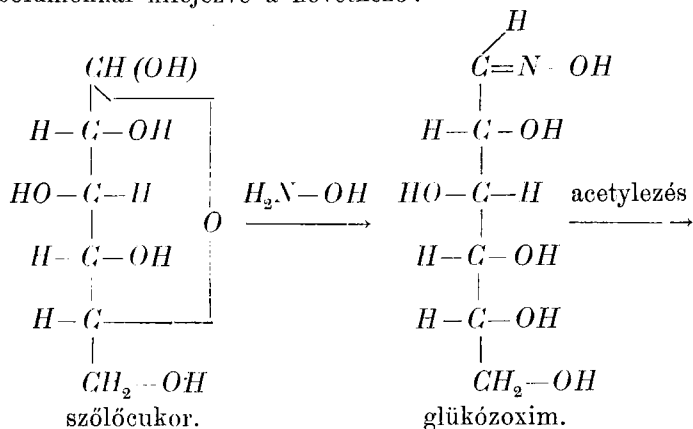
Durch Verseifung des Pentaacetylglykonsäure-nitrils in wässrig alkoholischer Lösung konnte das freie krystallisierte Nitril der Glykonsäure isoliert werden. Dasselbe bildet seidenglänzende Nadeln, die bei 115—120° unter Zersetzung schmelzen. Das Nitril ist sehr empfindlich, lässt sich aber in reinem, trockenem Zustand monatelang aufbewahren. Die Abhandlung erscheint auch in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang 60 (1927).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 6. Dezember 1926.)

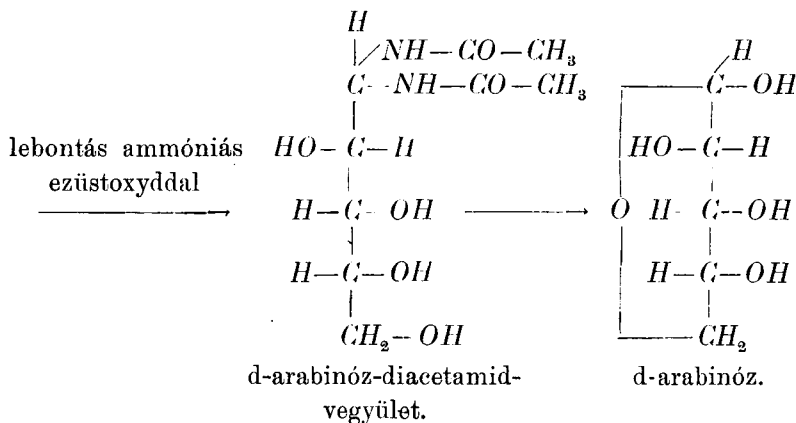
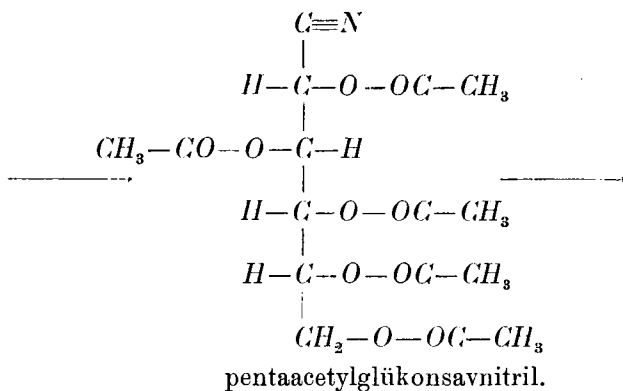
A SZŐLŐCUKOR ÉS A GLÜKOHEPTÓZ LEBONTÁSA.

ZEMPIÉN GÉZA 1. tagtól.

Az egyszerű cukrok lebontására eddig öt módszert találunk leírva az irodalmi adatokban. Ezek közül a legrégebb a WOHL-féle eljárás.¹ Azon alapszik, hogy a szabad cukrokat hydroxylamin segítségével oximjaikká alakítjuk, ezeket pedig ecetsavanhidriddel és nátriumacetáttal egy molekula víznek az oximesoportból való kiküszöbölése útján acetylezett nitrilekké változtatjuk. A nitrilacetátok ammóniás ezüstoxyddal kezelve elszappanosodás és ezüstcyanid keletkezése közben egy szénatómmal kisebb számú cukorszármazékká alakulnak, melyek azonban a WOHL-féle munkakörülmények között a lebomlott cukornak acetamidvegyülete alakjában különíthetők csak el. Ezek az acetamidvegyületek savval való hidrolízis útján adják csak a szabad, lebontott cukrot. A szőlőcukor esetére alkalmazott lebontás-példa szimbólumokkal kifejezve a következő:

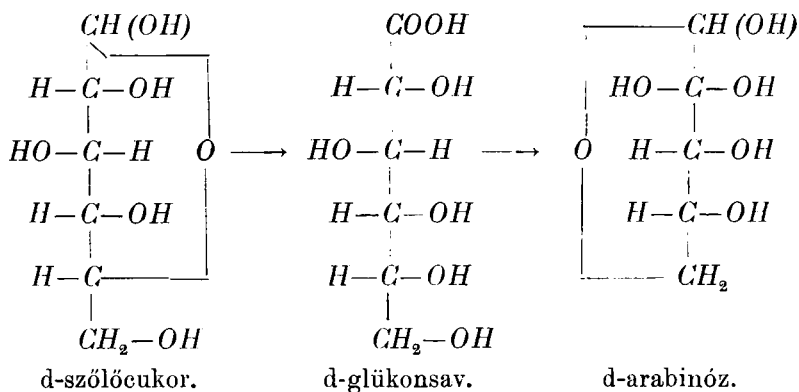


¹ A. WOHL: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 26, 730 (1893).

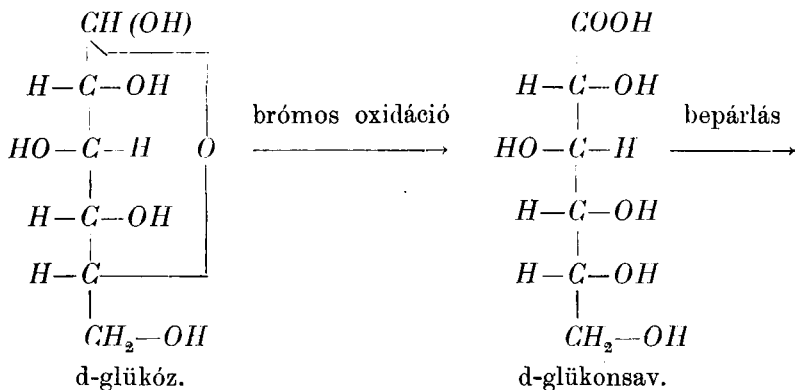


A második ismert lebontás a monóz-sorban a RUFF-féle.¹ Ez azon alapszik, hogy a cukrot bróm segítségével az egybázisos savvá oxidáljuk, az elkülönített sav calciumsóját pedig bázikus ferriacetát jelenlétében hidrogénhyperoxyddal oxidáljuk, amikor mindenféle oxidációs termék keletkezése mellett a lebontott cukor is előáll. A lebontás szőlőcukorra alkalmazva a következő szim-bólumokkal fejezhető ki:

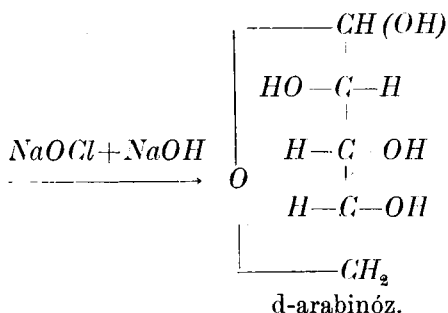
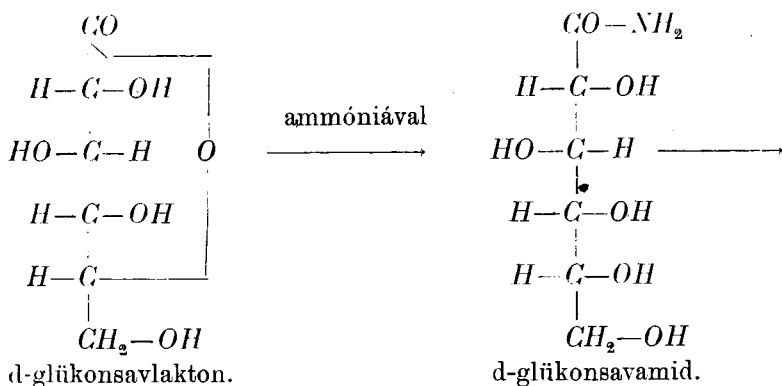
¹ OTTÓ RUFF: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 32, 553 (1899).



A harmadik számbavehető módszer a WEERMANN-féle.⁴ Azon alapszik, hogy a cukrok egybázisos savaiból a laktonokat készíti, ezekből ammónia hatására a savamidokhoz jut el, ezeket pedig alkali jelenlétében nátriumhypochlorittal bontja le a következő szimbólumok által kifejezésre juttatott séma szerint:



⁴ R. A. WEERMANN: Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas 37, 16 (1917).



A negyedik eljárás, a GUERBET-féle,¹ szintén az egybázisos savakat oxidálja közvetlenül, még pedig mercurioxyddal. Előnye nincs a RUFF-eljárással szemben.

Végül szerepel az irodalomban egy megfigyelés, melyet NEUBERG² írt le és amely szerint elektrolízis alkalmával a cukor-csoportbeli egybázisos savakat le lehetne bontani egy szénatóm-mal alacsonyabb szénatómszámú cukrokká. Mivel azonban a nagy hangon közölt előzetes bejelentésen kívül semmi folytatása nem lett az ügynek a szerző részéről sem, minden valószínűség a mellett szól, hogy ezt a módszert a gyakorlatban sikerrel alkalmazni nem lehet.

A diszacharidok lebontásával foglalkozván, részletesen fog-

¹ MARCEL GUERBET: Bulletin de la société chimique de Paris [4] 3, 427 (1908).

² CARL NEUBERG: Biochemische Zeitschrift 7, 527 (1908).

lalkoztam az összes lehetőségekkel és végül választásom elvben a WOHL-féle módszerre esett, mert a legegészségesebb magot látszott magában rejteni. Egy előbbi értekezésemben¹ leírtam a cellobióz esetében, miképpen sikerült azt az oktaacetylcellobionsavnitrilen keresztül lebontani.

Nyilvánvaló volt, hogy érdekelt, miképpen lehet ezt a módszert az egyszerű cukrok lebontásánál alkalmazni, miért is részletesen tanulmányoztam az eljárást először a szőlőcukor lebontásánál. Az eredmény az volt, hogy az egyszerű cukrok esetében a lebontás termelés tekintetében kissé elmarad a diszacharidok mögött. Ennek oka az, hogy a lebontásnál keletkező cyannátrium az egyszerű cukrokra sokkal gyorsabban hat, mint a diszacharidokra, ennél fogva a keletkező d-arabinóz mellett a szőlőcukor esetében mindig a d-mannonsav és a d-glükonsavnitril is keletkezik, el nem hanyagolható mennyiségben. E hátráltató körülmények dacára is, amint az alábbi összeállításból kiviláglik, a jelen kutatásaim alapján elért eredmények, termelés dolgában, messze meghaladják az összes eddig ismert lebontás-eljárásokat.

1. WOHL-eljárás: Szőlőcukorból átmenet az oximba 69 %-os termelés, oximból nitrilbe 48 %-os termelés, nitrilből acetamidvegyületbe 47 %-os a termelés, az acetamidvegyületből a d-arabinózból 55 %-os termelés az elméleti értékekre számítva; ami azt jelenti, hogy 100 gr szőlőcukorból kiindulólág nyerhetünk 75.5 gr oximot, ebből 72 gr acetylezett nitrilt, lebontva: 21 gr arabinózácetamidvegyületet, ebből pedig, ha jól megy a dolog, 6—7 gr arabinózt.

2. RUFF-féle eljárás: Szőlőcukorból nyerhetünk glükonsavas calciumot 60 %-os termeléssel, ebből pedig a hidrogénhyperoxydos oxidációval 25 % termeléssel d-arabinózt, az elméleti értékeket véve alapul. Tehát 100 gr szőlőcukorból kiindulólág nyerhetünk 72 gr d-glükonsavas calciumot, ebből pedig 16—17 gr d-arabinózt.

3. WEERMANN-eljárás: Szőlőcukorból nyerhetünk glükonsavas

¹ ZEMPLÉN GÉZA: Matematikai és Természettud. Ért. 43. kötet, 111. l. (1926.)

calciumot 60 %-os termeléssel, ebből glükonsavamidot 80 %-os termeléssel, végül az amidból d-arabinózt 49 %-os termeléssel. E szerint 100 gr szőlőcukorból kaphatunk 72 gr d-glükonsavas calciumot, ebből 51 gr d-glükonsavamidot, melyből 19 gr d-arabinóz nyerhető ki.

4. A GUERRET-eljárás termelés tekintetében a RUFF-éhoz hasonló, valószínűleg kissé rosszabb eredményeket szolgáltat.

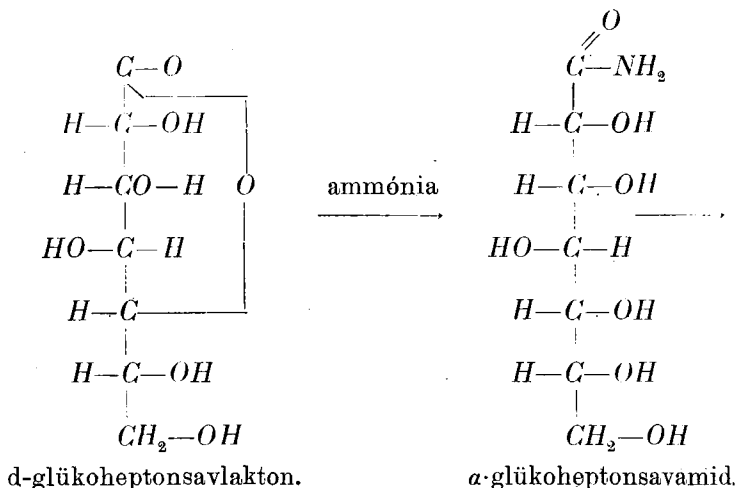
Az általam használt módszer elve az, hogy az acetylezett nitrilt nátriummethyláttal bontom le chloroformos oldatban, amikor az acetylek mint methylacetát, a cyancsoport mint nátriumcyanid hasadnak le. Ezenfelül sikerült erősen feljavítani a termelést a szőlőcukortól az acetylezett nitrilig, vagyis az elméleti értéknek 66·8 %-ára, ami azt jelenti, hogy 100 gr szőlőcukorból 120 gr pentaacetylglükonsavnitrilt tudok kinyerni, ebből pedig egy műveletben történik a lebontás d-arabinózzá, még pedig 71·5 %-os kitermeléssel az elméleti értékre számítva, ami azt jelenti, hogy a 120 gr pentaacetylglükonsavnitrilből 33 gr d-arabinózt lehet kihozni.

E szerint látjuk, hogy az alant közölt módszer, beleszámítva az összes műveleteket, az eddig ismertek felett lényegesen felül áll. A WOHL-féle módszernél sokkal előnyösebb, mert csak egy közbeeső terméket kell elkülöníteni a végterméken kívül, míg a WOHL-félénél hármat. Ugyancsak sok közbeeső terméket kell elkülöníteni a WEERMANN-féle eljárásnál; ennek ellenére ez az enyém után a legjobb és legbiztosabb. A RUFF-féle módszer kivételében egyszerű ugyan, de bizonytalan és rossz termeléseket szolgáltat. Legjobban láthatjuk a módszer emez előnyét, ha csakis a lebontó műveletet vesszük szemügyre a termelést illetőleg, mert hiszen az előző termékekhez könnyebben hozzá lehet jutni. E tekintetben legrosszabb a RUFF: 25 %-os termelésével, ezzel körülbelül egyenlő értékű a WOHL-féle, mert itt a lebontás két lépésből áll, melyek közül az első 47 %-os, a második 55 %-os termeléssel jár, a kihozatal tehát végeredményben 26 %. Lényegesen jobb a helyzet a WEERMANN-eljárásnál, ahol a lebontó lépést 49 %-os termeléssel lehet elvégezni és legjobb a jelen módszer, mely 71·5 %-os termelést eredményez.

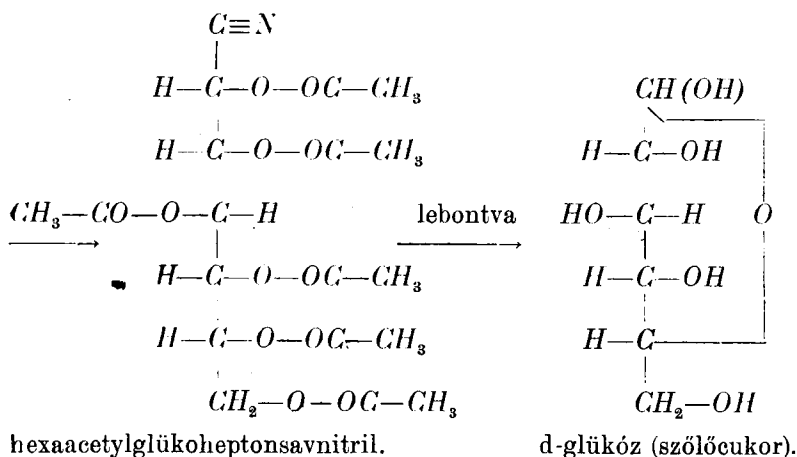
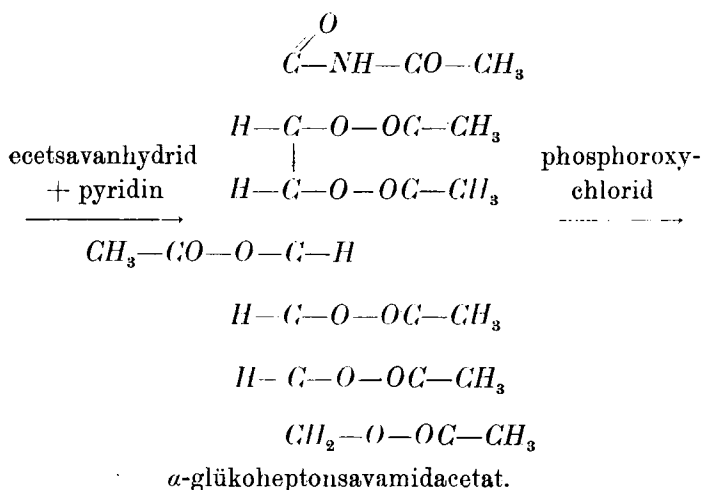
A redukáló diszacharidok lebontásánál, a cellobióz eseté-

ben, mint azt annak idején leírtam, három izomer heptaacetylglükoarabinózt sikerült elkülöníteni. Nem tartottam kizártnak, hogy a szőlőcukor esetében is az arabinóznak izomer származékai keletkezhetnek. A szőlőcukor-lebontásoknál azonban erre nézve nem tehettem pozitív megfigyelést.

A lebontást megkíséréltem a glükoheptonsavnitril acetátjával is, szintén azzal a célzattal, hogy eldöntsem, vajjon a keletkezendő d-szőlőcukor mellett jelennek-e meg izomer származékok. A kísérletek itt is azt eredményezték, hogy izomer származékok keletkezése nem volt kimutatható. A vizsgálatok céljaira szükségem volt a még ismeretlen hexaacetylglükoheptonsavnitrilre, amelyet a következő módon állítottam elő. α -Glükoheptonsav-laktont átalakítottam az eddig is már ismeretes glükoheptonsavamiddá.¹ Ezt ecetsavanhydrid és abszolút pyridin segítségével heptaacetylvegyületté változtattam át, majd pedig az amidacetatot phosphoroxychlorid hatására átalakítottam a hexaacetylglükoheptonsavnitrillé. A műveletek menetét a következő szimbólumok ábrázolják:

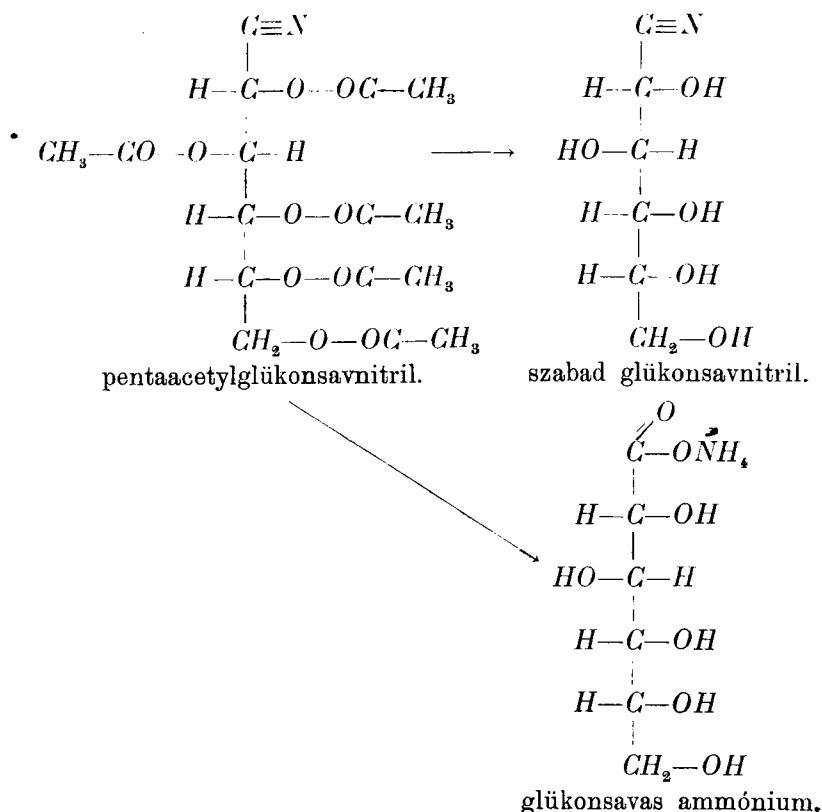


¹ C. S. HUDSON és SHIGORU KOMATSU: Journal of the American Chemical Society 41, 1141 (1919); C. S. HUDSON: Journ. of the Am. Chemical Society 40, 813 (1918).



Mivel a szőlőcukor lebontásánál nem sikerült olyan jó termeléseket elérni, mint a diszacharid-sorban, igyekeztem mindeképpen feljavítani azt és a legkülönbözőbb módokon változtatva a körülményeket, rájöttem, hogy a főt említett 71.5 % d-arabinóz kitermelést meghaladni nem lehet. Arra gondoltam, hogy talán külön végezve először az acetylek lebontását, majd a nitril lebontását, jobb eredményeket érhetek el. Ámde a cukor-

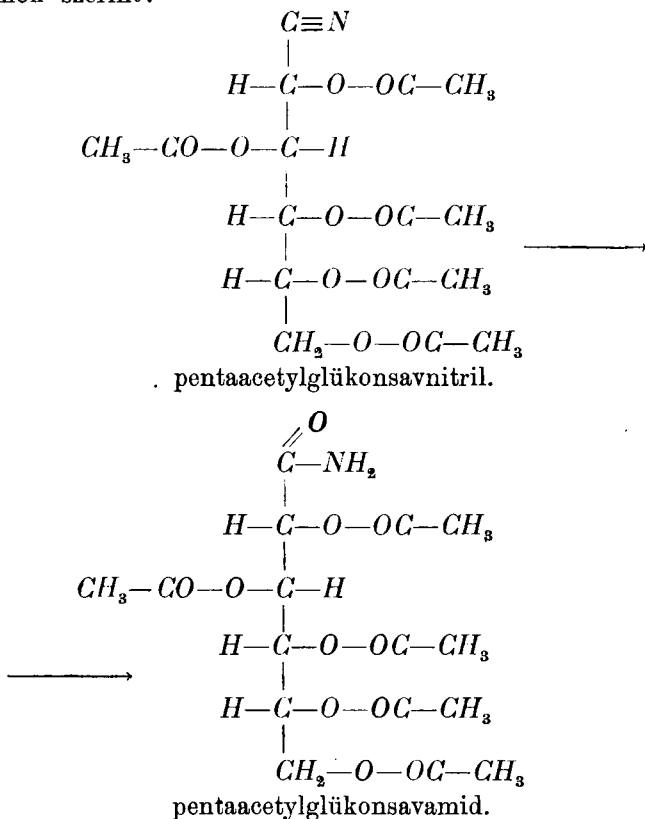
csoportha tartozó szabad nitrilek a fruktózcarbonsavnitril¹ kivételével nem ismeretesek és előállításuk az eddigi ismereteink alapján nem volt megvalósíthatónak várható. Mégis tekintettel arra, hogy az acetylezett nitrilek hig sav jelenlétében állandóknak mutatkoztak, megpróbáltam az elszappanosítást, vagyis az acetylek lehasítását alkoholos közegben, csekély mennyiségű sav jelenlétében. Az eredmény az volt, hogy a nitrileket ilyen körülmények között acetylmentessé lehet tenni és egy vizes-alkoholos oldat birtokába lehet jutni, amelyben a számított nitrilmennyiségnek 92 %-a jelen van, a többi glükonsavas ammóniummá szappanosodik el, a következő szimbólumok tanulsága szerint:



¹ H. KILIANI: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 18, 3066 (1885).

A szabad glükonsavnitril tartalmú oldatokat igyekeztem azután a legkülönbébb utakon lebontani. Az eredmény azonban a kombinált lebontásnál sem volt jobb, mint a közvetlenül, sőt alatta maradt; kereken 60 %-ot.

Amikor az acetylezett glükonsavnitrilt savanyú közegben igyekeztem elszappanosítani, többek között a jégcetben oldott brómhidrogén hatását is kipróbáltam. A hatás abban áll, hogy az acetylezett nitril felvesz egy molekula vizet és csaknem quantitativé átalakul pentaacetylglükonsavamiddá, a következő szimbolumok szerint:



A magas olvadáspontú, nehezen oldható pentaacetylglükonsavamid gyönyörű kristályaival a cukoresoportnak eddig ismert legszebb vegyületei közé tartozik.

A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA.

Pentaacetylglükonsavnitril készítése.

Az eredeti WOHL-féle eljárást a következőkben leírt módosítással tettem előnyösebbé és egyszerűbbé, mert a szőlőcukroximot nem különitem el.

100 gr vízmentes szőlőcukrot feloldunk 50 ccm langyos vízben és 60°-on 28 gr szabad hydroxylaminnak körülbelül 700 ccm alkoholban frissen készített oldatát adjuk hozzá kisebb részletekben, rázás közben, megvárva mindig, hogy a netalán bekövetkező tejes zavarodás újból feloldódjék. A reakcióelegyet most 65°-on tartjuk egy óra hosszat, majd erősen csökkentett nyomás alatt vastag sziruppá pároljuk. A szirupot kétszer abszolút alkohollal összerázva és újból erősen bepárolva, csökkentett nyomás alatt lehetőleg kiszárítjuk, majd 700 ccm ecetsavanhidriddel és 120 gr vízmentes nátriumacetáttal óvatosan vízfürdőn melegítve oldatba visszük. Ügyelni kell a néha hirtelen beálló rendkívül heves reakcióra, amelyet hűtéssel ellensúlyozunk. A reakcióelegyet most egy óra hosszat 90°-on tartjuk, majd körülbelül 3 liter hideg vízbe keverjük el. Beoltás után nemsokára megindul a nyers termék kikristályosodása. Másnapig állni hagyjuk víz alatt, majd porcellánszűrőn erősen leszívadjuk a nyers terméket és hideg vízzel alaposan kimossuk. A nyers terméket feloldjuk 300 ccm forró alkoholban. A szüredékből másnapra 115 gr vegytiszta termék kristályosodik ki. Olvadáspont 84°. (WOHL szerint 80—81°.) Az anyalúgból még 5 gr vegytiszta termék nyerhető ki.

Optikai forgatóképessége kloroformos oldatban:

$$[\alpha]_D^{22} = + \frac{2.00 \times 22.5372}{1.5066 \times 0.6474} = + 46.22^\circ \text{ kloroformban.}$$

A pentaacetylglükonsavnitril lebontása kloroformos oldatban nátriummethylláttal.

A lebontás elvégzésére például szolgáljanak a számos végrehajtott kísérlet közül a következők:

1. 25 gr pentaacetylglükonsavnitrilt feloldottam 70 ccm

kloroformban, az erősen lehűtött oldathoz 2 gr fémnátriumnak 70 ccm abs. methylalkoholban való szintén lehűtött oldatát adtam, rázás közben. A kiváló addíciós vegyületet 70 ccm vízzel összerázva oldatba vittem, majd 8 ccm jégeccel megsavanyítva, a vizes oldatot a kloroformtól elválasztottam. A vizes oldatot 25 ccm jégecet hozzáadása után ezüstacetáttal ráztam, az ezüstcyanidról leszűrtem, a szüredékből kevés konyhasóoldattal az oldatba került ezüstöt kicsaptam s ennek szüredékét szénrel való derítés után vákuumban vastag sziruppá pároltam. A szirup arabinóztartalma a reducióképesség alapján meghatározva $5.1 \text{ gr} = 53 \%$. Diphenylhydrazinnal leválasztva az arabinózt, nyertem 5.4 gr arabinóznak megfelelő kristályos, vegytiszta diphenylhydrazont.

2. 100 gr terméket az előbbi módszer szerint 10 gr *Na*-mal szappanosítottam el, az ezüst kicsapása azonban elmarad, egyszerűen vákuumban bekonzcentráltam az ecetsavas lebontott oldatot. Titrálással 50.6% -os a kitermelés. Diphenylhydrazon alakban 30 gr 200° olvadáspontú és 7 gr 192° olvadáspontú terméket kaptam. Ez csak 17.6 gr arabinóznak felel meg, míg titrálással 19.5 gr arabinózt találtam az oldatban.

3. 1 gr anyagot 0.1 gr *Na*-mal elszappanosítottam és az egész reakciókeverékből -- a kloroformtól el nem választva -- meghatároztam a lehasadt cyant. Ez 6.2% volt.

A kísérletet 0.2 gr *Na*-mal megismételtem. 6.42% *CN* szakadt le. Mivel az acetylnitril 6.72% -os, ez 95.5% -os lebontásnak felel meg ilyen körülmények között, a cyan lehasadását véve alapul.

Ezek alapján 5 gr anyagot szappanosítottam el 1 gr *Na*-mal. Utána rögtön megsavanyítottam salétromsavval; és ezüstnitráttal a cyant lekötöttem, majd a feles ezüstöt konyhasóval távolítottam el. Az oldat reduciójának alapján kiszámítottam a kitermelést, mely 62% volt csak.

Egy másik kísérletben úgy változtattam meg a körülményeket, hogy a vízzel való elszappanosítás után az ecetsavval való megsavanyításig egy félóra teljék el. A kitermelés 68.5% -ig javul. Egyórás állásnál már csökken a kitermelés 50% -ra.

4. 1 gr glukonsavnitrilacetátot 10 ccm acetonban oldottam

és 0·3 gr *Na*-mal (10 ccm alkoholban oldva) elszappanosítjuk, két percig. Utána 2 ccm jégecetet teszünk hozzá és vízfürdőn öt percig forraljuk a cyan elűzése céljából. Kevés még benne marad az oldatban, ezt ezüsttel távolítjuk el. Kitermelés 71 %, redukció alapján számítva.

Fenti kísérletet megismételtem, de az elszappanosítás csak fél percig tartott és utána rögtön vakuumban bepároltam. Ez körülbelül 12 percig tartott. Vízen oldottam fel, szabad cyan nem tartalmazott, de nitrilre adott reakciót. Kitermelés 71 % a redukció alapján számítva.

5. a) 1 gr pentaacetylglükonsavnitrilt 10 ccm kloroformban oldottam és 0·3 gr *Na*-mal, melyet 10 ccm methylalkoholban oldottam, elszappanosítottam és fél perc múlva 2 ccm jégecettel megsavanyítva szárazra pároltam. Utána gyorsan, körülbelül negyedóra alatt, vakuumban pároltam be. Kitermelés 90·7 % a redukció alapján számítva.

b) Fenti kísérletet 0·2 gr *Na*-mal és 1 ccm jégecettel megismételtem. Kitermelés 89·8 %.

c) 0·1 gr *Na* esetén tökéletlen már az elszappanosítás.

d) 5 gr terméket a legjobb kitermelést mutató körülmények között (a kísérlet) elszappanosítottam. Az arabinózt diphenylhydrazon alakjában határoztam meg. Így 67·5 % a kitermelés, vagyis a titrálással megállapított kitermelésnek csak 77·5 %-a.

Forgatóképessége elszappanosítás után:

$$[\alpha]_D^{24^\circ} = \frac{2.56 \times 22.6502}{1.0463 \times 0.700} = -79.2^\circ.$$

15 óra múlva:

$$[\alpha]_D^{24^\circ} = -81.0^\circ.$$

A forgatás alapján a titrálással kapott cukornak 77·2 %-a található meg, ami megegyezik a diphenylhydrazinnal nyert értékkel.

Legjobb eredményeket adták a következő körülmények:

6. 6 gr terméket 10 ccm kloroformban oldottam és hűtés mellett 1·2 gr fém *Na* 10 ccm abs. methylalkoholos oldatával elszappanosítottam. A kivált addíciós terméket 20 ccm vízben oldottam fel, majd 2 ccm jégecettel savanyítottam meg és a

kloroformtól elválasztva szárazra pároltam. A maradékot 50 ccm vízben feloldva vizsgáltam:

a) Redukció alapján tartalmaz: 1.65 gr arabinózt, ennek alapján a kitermelés 70.8 %.

b) Diphenylhydrazon alakban meghatározva az arabinózt 1.68 gr arabinózt találtam az oldatban. Így a kitermelés 72.1 %.

c) Az oldatot megpolároztam. Az oldat térfogata pontosan 50 ccm, bemérés redukció alapján 1.65 gr, diphenylhydrazonon át való meghatározással 1.68 gr.

$$[\alpha]_D^{20.5^\circ} = - \frac{3.64 \times 50}{1.65} = - 110.3^\circ$$

és

$$[\alpha]_D^{20.5^\circ} = - \frac{3.64 \times 50}{1.68} = - 108.3^\circ,$$

az elméleti -105° helyett.

Pentaacetylglükonsavnitril lebontása a szabad, desacetylezett nitrilen keresztül.

A kísérletek alapjául szolgált az a megfigyelés, hogy az alkoholban oldott pentaacetylglükonsavnitril híg vizes kénsavval vízfürdön melegítve olyan oldatot eredményez, mely vízzel felhígítva vízben oldhatóvá válik, tehát acetylmentes, szabad cyant nem tartalmaz, ellenben ammóniás ezüstnitráttal való elszappanosítás után a volt nitril kimutatható benne salétromsavval való megsavanyítás alkalmával ezüstcyanid képeben. Egy ilyen oldattal végeztem az előkísérleteket. A lebontást nátronlúggal végeztem olyképpen, hogy hűtés mellett az oldathoz titrált lúgot adtam és egy meghatározott idő elteltével salétromsavval megsavanyítva az oldatot, a benne levő nátriumcyanidot ezüstnitrátos titrálással határoztam meg. Így a következő eredményeket kaptam:

1. Teoretikus mennyiségű NaOH -dal 53.2 % nitril bomlik el 10 perc alatt. Az eredmény hosszabb ideig tartó szappanosodással sem változik.

2. Háromszoros mennyiségű lúggal 10 perc alatt 73.4 % bomlik el.

3. Ötszörös mennyiségű lúggal 82 % 10 perc alatt.

4. Hatszoros mennyiségű lúggal 10 perc alatt 90 %-a bomlik el a nitrilnek.

5. Nyolcszoros mennyiségű lúg esetén 10—15 perc alatt 94·3 % bomlik el. Több mint félórás állásnál a kitermelés csökkenni kezd.

Ez utóbbi kísérletet megismételve gravimetrikusan is meghatároztam a cyan mennyiségét és ezt a titrálással kapott értékkel egyezőnek találtam. A maradt oldatból meghatároztam az arabinóz mennyiségét. BERTRAND-módszerrel 0·108 gr arabinóznak megfelelő redukeiót kaptam. A szabad cyanból számítva 0·105 gr arabinóz keletkezhetett. Diphenylhydrazon alakban azonban csak 0·07 gr arabinózt tudtam elkülöníteni.

Ezután megpróbálkoztam ezüstoxyd és $NaOH$, ezüstcarbonát és nátriumcarbonát jelenlétében szappanosítani a szabad nitrilt. Mindkét esetben az oldat feketedett a kiváló ezüsttől. Ha ismert mennyiségű ezüsttel dolgozva a cyaniddá át nem alakult ezüstöt visszatitráltam, azt találtam, hogy több ezüst fogyott, mint teoretikusan fogyhatott volna. A redukeió által előállt ezüst ugyanis gyenge salétromsavban alig oldódott fel és a titrálásnál hiányzott. Gravimetrikus meghatározásnál is az ezüstcyanidnak mért csapadék jóval több volt a teoretikusan kaphatónál, szintén a szabad ezüst miatt. A szüredéket megvizsgáltam és csak nyomokban mutatható ki benne nitril.

Bariumhydroxydos elszappanosítási kísérleteket oly módon végeztem, mint a $NaOH$ -os elszappanosításoknál. Az eredmények a következők:

Teoretikus mennyiséggel 15 percig	25·6 %
Másfélszeres	58·7 %
Négyszeres	97·7 %
Ötszörös	99·5 —

Szükséges volt megvizsgálni ezek után, hogy az acetyltermék savas elszappanosításánál milyen a kitermelés.

5 gr anyagra 12 ccm alkoholt és 10 ccm 10 %-os kénsavat használva, az elméletinek csak 57·5 %-a keletkezik a szabad nitril-

ből. A többi nyilvánvalóan savvá alakult és a keletkezett ammóniát a kénsav megkötötte. Lúggal az oldatból ammónia fejlődik. Meghatároztam a száraz maradékot. Az 57·5 % nitrilnek megfelelően 1·31 gr-ot kellett volna kapnom, ehelyett 2·03 gr-ot nyertem; a különbség valószínűleg sav. A száraz maradékból is végeztem nitrilmeghatározást és azt találtam, hogy bepárlás közben is bomlott a nitril, mert az oldatban talált nitrilnek csak 72·5 %-át tudtam kimutatni.

Ha a fenti körülmények között a savas forralást körülbelül egy óráig végeztem, a kitermelés 3 %-kal csökkent.

Megpróbáltam a sav mennyiségét csökkenteni, mert ez látszott célravezetőnek. A kísérletek végeredményeként megállapítottam, hogy 2 gr anyagra 5 ccm alkoholt és 2 ccm 10 %-os kénsavat számítva, félórás forralással 92 %-át kapom a nitrilnek szabad állapotban. 1 ccm 10 %-os kénsavat használva 2 gr-ra az eredmény nem változik, de körülbelül 1 óráig kell melegíteni.

E tapasztalatok alapján 5 gr pentaacetylglükonsavnitrilt a következő módon szappanosítottam el:

10 ccm alkoholban oldva melegítés közben 3 ccm 10 %-os kénsavat adtam hozzá részletekben. Háromnegyed órás forralás után vízzel higitva nem válik már ki acetyltermék. Megvizsgáltam és 92 %-os kitermelést állapítottam meg, mint az előzetes kísérletekben, a nitriltartalom alapján. Ezután a szabad nitrilt 6 gr bariumhydroxyddal ezüstoxyd jelenlétében félóráig állni hagytam, mikor a kivett minta több nitril jelenlétét már nem mutatta. Kénsavval kicsaptam a *Ba*-ot és leszűrve bepároltam. Titrálással az összes arabinóz kimutatható, mely a szabad nitrilből keletkezhett = 2 gr.

Az oldatot bekonzentráltam 30 ccm-re és 30 ccm alkoholban oldott 3 gr diphenylhydrazinnal vízfürdőn fél óra hosszat melegítve, majd egy éjjelen át állni hagyva leválasztottam az arabinózt diphenylhydrazon-alakban. Kaptam 2·4 gr diphenylhydrazont, vagyis 1·2 gr arabinóznak megfelelőt = 60 %. Az anyalúgot háromszor kiethereztem, a vizes oldatot megderítettem, majd vakuumban 50 ccm-re bekonzentráltam. Az oldat 10 ccm-e bertrandozással nem adott meghatározható redukciót.

A szüredék száraz maradéka: 0·29 gr. Forgatása:

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0\cdot20 \times 17\cdot4676}{1\cdot0132 \times 0\cdot2332} = + 14\cdot2^\circ.$$

Az oldat lúgot fogyaszt. A lúgfogyasztás 0·085 gr glükonsav-laktonnak megfelelő.

Hexaacetylglükoheptonsavnitril előállítás.

A) *α -Glükoheptonsavamid*: 20 gr α -glükoheptonsavlaktont (hediosit) 300 ccm, hidegen ammóniával telített abs. alkoholba viszünk és szétdolgozzuk. Oldatba megy és rögtön ki is válik, mint amid. Pár órás állás után leszűrjük. Súlya 19·5 gr, olvadáspontja 129°.

Forgatása vízben:

$$[\alpha]_D^{22} = + \frac{0\cdot34 \times 15\cdot5520}{1\cdot0247 \times 0\cdot5874} = + 9\cdot11^\circ.$$

B) *Glükoheptonsavamidacetat*: 20 gr savamidot 120 ccm ecetsavanhydrid és 120 ccm abs. pyridin keverékében kissé melegítve megacetylezünk. Oldódás után szobahőfokon 12 óráig állni hagyjuk. Utána 300 ccm vízbe öntjük. Az anhydrid elbomlása után rögtön kiváló nyerstermék súlya 28·4 gr. Olvadáspontja 160—161°. Alkoholból átkristályosítva olvadáspontja 163°.

Forgatása kloroformban:

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0\cdot79 \times 22\cdot8246}{1\cdot4793 \times 0\cdot6982} = + 17\cdot44^\circ.$$

A hexaacetylglükoheptonsavamid vízben nem oldódik, alkohol, methylalkohol melegen jól, kloroform hidegen jól, benzol nehezen oldja; acetont, jégacet, aethylacetát, pyridint melegen könnyen oldja. Aetherben, petrolaetherben nem oldódik.

C) *Hexaacetylglükoheptonsavnitril*: 10 gr glükoheptonsavamidacetátot 20 ccm phosphoroxchloriddal klorcalciummal elzárt, léghűtős lombikban melegítünk. Hőfokát állandóan 70—75° között tartjuk. Miután oldatba ment, gázfejlődés indul meg, mely pár percig tart. Megszűnte után még 10 percig melegítjük és

lehetőleg gyorsan lehajjtuk róla az oxychlorid feleslegét csökkentett nyomás mellett. Azután kloroformban oldjuk és háromszor erősen hűtött vízzel rázzuk ki. A kloroformos oldatot vákuumban teljesen bepároljuk és a maradékot vízzel dolgozzuk szét. Ez hamarosan megdermed. Az így kapott nyers termék aránylag világosszínű, könnyen szárítható. Súlya 6·7 gr. Nitrilmeghatározás szerint 70·8 %-os. A nyers terméket methylalkoholból vagy alkoholból többször átkristályosítottam. Végző olvadáspontja 112·5—113·5° volt. CN tartalma 5·31—5·29—5·33 % volt. Az elméleti CN tartalma 5·66 %, ha összetételét a következő képlettel jelöljük: $C_{19}H_{25}O_{12}N$.

Forgatása kloroformban:

$$[\alpha]_D^{21} = + \frac{0.99 \times 22.4884}{1.4911 \times 0.6062} = + 24.63^\circ.$$

Az α -glükoheptózból az oximen keresztül ugyanaz a vegyület nyerhető. (Lásd a glükonsavnitrilacetát készítését.) Rendes úton oximet állítottam elő és azt megacetyleztem. Vízbeöntés után kristályok váltak ki. Olvadáspont 112°. Nitriltartalom 5·43 %. A kitermelés azonban igen gyenge volt, 3 gr glükoheptózból 0·5 gr nitrilacetátot kaptam.

A hexaacetylglükoheptonsavnitril vízben nem oldódik. Alkohol, methylalkohol melegen jól, kloroform hidegen jól oldja. Aceton, jégcet, æthylacetát, pyridin melegen jól oldja, benzol nehezen, æther, petrolæther nem oldja.

Hexaacetylglükoheptonsavnitril lebontása.

1. 1 gr terméket 0·2 gr Na-mal a pentaacetylglükonsavnitrilnél 5. pont alatt leírt eljárással bontottam le. Redukció alapján a kitermelés 85·7 %-os.

A kapott oldatból polározást végeztem. A bemérést redukció alapján számítottam:

$$[\alpha]_D^{24} = + \frac{2.17 \times 37.9274}{1.39 \times 1.093} = + 54.25^\circ.$$

A forgatás 15 óra múlva nem változik.

Az oldat egy részéből leválasztottam az osazont. Súlya 1 gr, olvadáspontja 210° . Hasonló körülmények között tiszta glükózból 0.76 gr osazont kaptam.

2. Régi (eredeti) módszerrel lebontva az anyagot, megpolároztam:

$$[\alpha]_D^{25} = + \frac{1.61 \times 30.7458}{1.0820 \times 0.741} = + 61.7^{\circ}.$$

3. 6 gr terméket 10 ccm kloroformban oldottam és 0.6 gr Na-nak 10 ccm methyllalkoholos oldatával szappanosítottam el. A kivált addíciós terméket 15 ccm vízben feloldva, 2 ccm jégecettel savanyítottam meg és vakuumban rögtön szárazra pároltam. A terméket 15 ccm ecetsavanhydrid és 3 gr vízmentes nátriumacetáttal megacetyleztem. Vízbeöntve kristályos termék válik ki. Súlya 2.7 gr. Az oldat kikloroformozása útján még 0.2 gr anyagot nyertem. Így a kitermelés 58 %-os. A termék olvadáspontja $130-130.5^{\circ}$, tehát β -pentaacetyl szőlőcukor.

Forgatása chloroformban:

$$[\alpha]_D^{21.5} = + \frac{0.30 \times 23.2205}{1.4646 \times 1.0000} = + 4.75^{\circ}.$$

Pentaacetylglükonsavamid.

10 gr pentaacetylglükonsavnitrilt 10 ccm jégecetben jól szétrázunk, majd 10 ccm, brómhidrogénnel telített, jégecetet öntve reá, gyakori rázás közben állni hagyjuk, mire az anyag nemsokára feloldódik. Négyórai állás után apróra tört és vízzel leöntött jégre öntjük, mire azonnal fehér kristályos csapadék jelenik meg. Félórai állás után a kristálytömeget leszívátjuk, vízzel alaposan kimossuk és 120 ccm forró alkoholból átkristályosítjuk. Kitermelés 8 gr, azaz az elméleti értéknek 76 %-a.

Nitrogénmeghatározás:

- I. 0.5396 gr adott 16.8 ccm nitrogént, 24° és 752 mm nyomásnál,
 II. 0.5784 " " 17.5 " " 24° " 754 " "

Pentaacetylglükonsavamidra számítva:

$$C_{16}H_{25}O_{11}N \text{ (405.27) } - - - - - 3.45 \% N.$$

$$\text{Talált:} \quad \quad \quad \text{I. } 3.45 \% \quad \text{II. } 3.36 \%.$$

A molekulasúly-meghatározást a RAST-féle módszerrel végeztem kámforos közegben:

0·0104 gr anyag 0·1052 gr kámforban, olvadáspontesökkenés 8·50°.

Talált molekulasúly — — — — — 442.

Számított „ — — — — — 405·27.

Optikai forgatóképessége pyridinben:

$$[\alpha]_D^{21.5^\circ} = + \frac{0.81 \times 25.3974}{1.0158 \times 0.9752} = + 20.8^\circ.$$

A pentaacetylglükonsavamid szintelen, fénylő, köpcös priz-mákban kristályosodik, melyek 183·5 és 184° között szintelen folyadékká olvadnak. Jól oldódik meleg pyridinben és jégecet-ben, nehezen methylalkoholban és alkoholban, kloroformban csak melegítésre oldódik, ætherben nagyon nehezen, vízben és petrolætherben úgyszólván oldhatatlan. Aceton, ecetæther és ben-zol alig oldja.

Jelen kísérletek végrehajtásánál nagy segítségemre volt Kiss DÉNES vegyész-mérnök úr, kinek e helyen is hálás köszönetet mondok.

A kutatások az Országos Magyar Természettudományi alap anyagi támogatásával hajtottak végre.

ABBAU DER *d*-GLYKOSE UND DER *α-d*-GLYKOHEPTOSE.

Von GÉZA ZEMPLÉN.

Ein Vergleich der vorhandenen Abbaumethoden und der neuen Abbaumethode des Verfassers mit Natriummethylat zeigt, dass letztere den bisher bekannten weit überlegen ist. Die Methode wurde auf die Glykose und die Glykoheptose angewandt, und beim Abbau konnten keine Isomeren aufgefunden werden. Die Abhandlung erscheint auch in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang 60 (1927).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 6. Dezember 1926.)

A TEJCUKOR LEBONTÁSÁNÁL KELETKEZŐ *d*-GALAKTO-*d*-ARABINÓZRÓL.

ZEMPLÉN GÉZA lev. tagtól.

Egy korábbi értekezésemben¹ megmutattam, miképpen lehet a tejcukrot oximjén, illetőleg az acetylezett laktobionsavnitrilen keresztül *d*-galakto-*d*-arabinózzá lebontani. Annak idején a galaktopentózt csak szépen kristályosodó benzylphenylhydrazonja alakjában különítettem el és a belőle benzaldehydes bon-tással nyert szabad cukrot csak szirup képében tudtam megkapni. A cukorszirupok körülbelül négyhónapi állás után önként kristályosodni kezdtek. Ezeknek a kristályoknak felhasználásával oltás útján az új cukrot teljesen tiszta állapotba tudtam hozni és állandóit gondosan meghatározni.

RUFF és OLLENDORF,² akik a tejcukrot, illetőleg a belőle oxydáció útján előállított laktobionsavat oxydációs lebontásnak vetették alá, csekély mennyiségben egy galaktoarabinózbenzylphenylhydrazont nyertek, melyet annak idején a leírásuk alapján az én termékemmel összehasonlítani nem tudtam, annál kevésbbé, mert benzylphenylhydrazonjukból szabaddá tett cukrukról azt irták, hogy jobbra forgat, míg az én galaktoarabinó-zom meglehetősen erős balraforgatással van ellátva. Hogy ezt a kérdést, amely nagyjelentőségű, végérvényesen eldöntsem, elhatároztam, hogy újból átdolgozom a RUFF és OLLENDORF-féle lebontást a tejcukorra nézve. Az eredmény azt bizonyítja, hogy mindkét esetben ugyanaz a galaktoarabinóz keletkezik. A RUFF-féle lebontásnál a sokféle keletkező termék jelenléte miatt a benzylphenylhydrazon leválasztása meg van nehezítve, mert az így

¹ Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellschaft 59, 2402 (1926).

² O. RUFF és OLLENDORF: Berichte 33, 1806 (1900).

nyert készítmény erősen szennyezett. Ezért mutat eleinte sokkal nagyobb oldhatóságot. Éppen úgy a hidrazonból felszabadított cukrot is nehezebb megtisztítani.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Kristályos d-galakto-d-arabinóz előállítása.

50 gr benzylphenylhydrazont az előbbi értekezésemben leírt módon benzaldehiddel elbontunk és a megtisztított vizes oldatot csökkentett nyomás mellett addig pároljuk be, amíg a szirup súlya 50 gr nem lesz. A szirupot vízfürdön való melegítés közben lassan 150 cm³ meleg abszolút alkohollal keverjük el, miközben csekély mennyiségű amorf szennyezés válik ki. A szennyezésekről az oldatot melegen leöntjük. Kihüléskor szirup válik le, melyet galaktoarabinóz kristályokkal beoltunk és gyakran elkeverjük a kristályokat a szirupban. A szirup nemsokára kezd kifehéredni, átlátszatlanná válni és megduzzadni. Másnap már az oldatból is megkezdődik apró, szintelen prizmáknak a kiválása, melyek nemsokára kásásan megtöltik az egész folyadékot. Három nap alatt a kristályosodás főtömegében be van fejezve. A kristálytömeget leszivatjuk, 25 cm³ vízben vízfürdön feloldjuk és 80 cm³ meleg abszolút alkohollal elegyítjük. Lehüléskor szirup nem válik ki, hanem beoltásra mindjárt megindul a galaktoarabinóz kristályoknak leválása. Időnként, amint a kristályosodás tovább halad, több és több abszolút alkoholt keverünk az anyalúghoz. Három nap múlva a kristálytömeget leszivatjuk és 96%-os alkohollal mossuk, majd 50—60°-ra melegített lemezen, szűrőpapirosra megszáritjuk. Termelés 10 gr. Az anyalúgok bekonzentrálás és újból való kristályosítás alkalmával újabb 10 gr kevésbé tiszta terméket szolgáltatnak.

Elemzésre a tiszta anyag került, melyet először csökkentett nyomáson phosphorpentoxidd felett 60°-nál, majd 100°-nál megszáritottam, miközben 1·86%-nyi súlycsökkenést szenvedett.

21·490 mgr: 33·050 mgr CO₂ és 12·570 mgr H₂O.

C₁₁H₂₀O₁₀ (312·16)-re számított érték: 42·28% C és 6·46% H.
Talált érték „ „ „ „ „ „ „ „ 41·94% C és 6·55% H.

Optikai meghatározás vízben:

$$[\alpha]_D^{19} = - \frac{3 \cdot 19^\circ \times 15 \cdot 9837}{1 \cdot 0331 \times 0 \cdot 9814} = - 50 \cdot 3^\circ \text{ vízben, azonnal az oldás után.}$$

Végső forgatás 15 órai állás után:

$$[\alpha]_D^{19} = - \frac{4 \cdot 00^\circ \times 15 \cdot 9837}{1 \cdot 0331 \times 0 \cdot 9814} = - 63 \cdot 1^\circ \text{ vízben.}$$

Redukálóképessége BERTRAND szerint meghatározva:

mgr galakto- arabinóz	mgr Cu	cm ³ <i>n</i> / ₁₀ <i>KMnO</i> ₄	% glükóz
30	30·32	= 4·77	= 50·00
50	48·05	= 7·56	= 48·4
75	71·45	= 11·24	= 48·93
100	94·78	= 14·91	= 49·7

Redukálóképessége hydrolysis után: 0·0491 gr 5%-os sósavval két óra hosszat forralva, fogyaszt 14·57 cm³ *n*/₁₀ *KMnO*₄-ot = 98·8 % glükóz.

Az anyag kis, kemény priznákban kristályosodik. Víz jól oldja. Oldhatósága egyébként olyan, mint más cukoré. Íze igen gyengén édes, hasonlít a tejeukorra. A száraz anyag kapillárisban bomlás közben 166–168°-on olvad.

Benzyphenylhydrazonja, kiválása után egyszer alkohollal mosva bomlás közben 214°-on olvad. Forgatása pyridinben $[\alpha]_D^{19} = + 30 \cdot 5^\circ$. Ha annyi alkoholt adunk hozzá, hogy 4 térfogat pyridinre 6 alkohol jusson, akkor forgatása $[\alpha]_D^{19} = + 4 \cdot 7^\circ$.

Ha az anyagot többször mossuk alkohollal, akkor olvadáspontja 220° lesz, forgatása pedig pyridinben meghatározva:

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{1 \cdot 25^\circ \times 15 \cdot 2800}{1 \cdot 0072 \times 0 \cdot 7142} = + 26 \cdot 6^\circ, \text{ pyridinben.}$$

Laktobionsavas calcium előállítása.

Kis változtatással aszerint a módszer szerint készült, melyet E. FISCHER és MEYER,¹ valamint RUFF és OLLENDORF használtak.

¹ FISCHER és J. MEYER: Berichte 22, 361 (1889).

250 gr tejcukrot 1·8 l vízben oldunk és 200 gr brómot adva hozzá ismételten felrázzuk, majd négy napig, lehetőleg világos helyen, állni hagyjuk. A fölös brómot levegőátszívással távolítjuk el. Az oldatot ólomkarbonáttal semlegesítjük le. A szüredékhez 90 cm³ ammóniával elegyített 1, 2 l.-nyi bázikus ólomacetátot ¹ adunk. A kiváló csapadékot erősen leszívátjuk, majd sok vízzel keverjük el és újból leszívátva jól kimossuk. A nedves csapadékot vízben suspendáljuk és addig adunk hozzá kénsavat, míg az oldat a kongópapirost kékre festi. Ha ez beáll, leszívátjuk és a szüredékből a kénsavat quantitativ leválasztjuk. A leszűrt oldatot vakuumban sűrű sziruppá pároljuk és többször abszolút alkohollal pároljuk le, hogy az ecetsavat eltávolítsuk. A maradékot vízben oldva egy óra hosszat melegítjük vízfürdön calciumkarbonát jelenlétében. Újból szűrjük és vakuumon pároljuk be sűrű sziruppá. A laktobionsavas calciumot abszolút alkohollal csapjuk ki. 80 gr-ot kapunk.

A laktobionsavas calcium oxydációs lebontása.

75 gr laktobionsavas calciumot 250 cm³ vízben oldva, 2 gr ferroszulfátot és 5 cm³ kereskedésbeli ferriacetát oldatot adunk hozzá. Ezután 10 cm³ 30 %-os hydrogénhyperoxyd oldatot öntünk bele. A reakció 25°-on indul meg. A hőfok emelkedését vízhűtéssel akadályozzuk meg. Félóra múlva 10 cm³, majd egy óra múlva újból 10 cm³ hydrogénhyperoxyd oldatot adunk bele. A reakciókeverék szobahőmérsékletű vízbe állítva áll egy éjjelen át. Színe közben ibolyás-barna lesz. Keverés közben 450 cm³ alkoholt öntünk hozzá, mire színes szennyezések válnak ki, mészsókkal együtt. Az oldatot leöntve, csökkentett nyomáson 100 cm³-re pároljuk és először 100 cm³ 96 %-os, majd 50 cm³ abszolút alkoholt keverünk hozzá. Újból szennyezések válnak ki. Az anyalúgot leöntjük róluk. Az oldat redukálóképessége 9 gr glükóznak felel meg. 10 gr benzylphenylhydrazinnal félóra hosszat melegítjük vízfürdön. Utána lehűtjük és galaktoarabinózbenzylphenylhydrazonnal oltjuk be és üvegbottal kapargatjuk. Nemsokára kristályosodás indul meg. 36 óra múlva a kiválás befejeződik. A kris-

¹ VANINO : Handbuch d. preparativen Chemie 1913, 495. o.

tályokat leszívva vízfürdőn 80 cm^3 50%-os alkoholban oldjuk. Leszűrve hűlés közben sárgás színű szennyezés válik ki, erről ismét leszűrjük. Ezután kezd az anyag kristályosodni. Éjszakai állás után leszívadjuk és 50%-os alkohollal mossuk. 5 gr-ot kapunk. 214° -on olvad. Aetherrel egyszer átdolgozva olvadáspontja 220° -ra emelkedik. Az anyag így teljesen tiszta.

Optikai meghatározás pyridinben:

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0.89^\circ \times 15.4222}{1.0015 \times 0.5790} = + 23.7^\circ \text{ pyridinben.}$$

A nitril lebontásával nyert benzylphenylhydrazonnal összekeverve 216° -on olvad.

3 gr benzylphenylhydrazont benzyldehyydel bontunk el. Az elbontás teljesen a már megadott eljárás¹ szerint megy. Végül a megtisztított cukoroldatot vakuumban körülbelül 10 cm^3 -re pároljuk be. Ezt az oldatot egy ERLÉNMEYER-lombikban vakuumexsiccatorban majdnem teljesen sűrű sziruppá sűrítjük. 15 cm^3 forró abszolút alkoholt adunk hozzá és galaktoarabinóz kristályokkal oltjuk be. 24 óra alatt kikristályosodik az anyag. Súlya még egy átkristályosítás után 1.3 gr. A megszáritott termék bomlás közben 162° -on olvad. Vizes oldatban végső forgatóképessége:

$$[\alpha]_D^{19} = - \frac{1.82^\circ \times 15.4896}{0.4860 \times 1.017} = - 57^\circ, \text{ vizes oldatban.}$$

Ezek az értékek különböznek azoktól, amelyeket a tiszta cukor ad. Meg kell azonban gondolni, hogy 1.5 gr cukrot igen nehéz teljesen megtisztítani. A kísérletekből félreismerhetetlenül kiviláglik, hogy mindkét lebontási módszer ugyanazt a *d*-galakto-*d*-arabinózt adja.

KISS DÉNES vegyészmérnök úrnak fenti kísérletek elvégzése körüli segítségéért e helyen mondok köszönetet.

A kísérletek a «Magyar Természettudományi Alap» anyagi támogatása mellett készültek.

¹ Berichte 59, 2408 (1926).

ÜBER DIE DURCH ABBAU DES MILCHZUCKERS GEWONNENE *d*-GALAKTO-*d*-ARABINOSE.

Von GÉZA ZEMPLÉN, k. Mitglied der Akademie.

Die *d*-Galakto-*d*-Arabinose wurde in krystallisiertem Zustand isoliert und der Zucker selbst, sowie sein Benzylphenylhydrazon mit dem oxydativen Abbauprodukt des laktobionsauren Calciums von RUFF und OLLENDORF verglichen. In beiden Fällen entsteht dasselbe Benzylphenylhydrazon und der aus dem Hydrazon freigemachte Zucker stellt ein und dieselbe Galakto-Arabinose dar. Die Arbeit erscheint auch in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Bd. 60, S. 1309 (1927).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. Februar 1927.)

A MALTÓZ SZERKEZETE.

ZEMPLÉN GÉZA r.-tagtól.

A maltóz, a keményítő diasztázos bontásánál megjelenő diszaccharid, éppen a keményítővel és a glykogénnel való összefüggése folytán a redukáló diszaccharidok között a legjelentősebb szerepre emelkedett. Érthető tehát, hogy a szerkezeti felderítéseknél is ezzel próbálkoztak legelőször és hogy az angol iskola is ezzel a cukorral igyekezett bemutatni, hogy az általa elsőnek alkalmazott methylezési módszer mennyiben alkalmas a diszaccharidok szerkezetének felderítésére. Már 1905-ben¹ PURDIE és IRVINE megkísérelték a maltóz methylezését methyljodid és ezüstoxyd segítségével, az alkylezést azonban bonyolulttá tette az ezüstoxydnak a szabad diszaccharidra való oxydáló hatása, minek következtében a vizsgálat csak annyit derített ki, hogy a maltózban a nem redukáló szőlőcukor-komponens, melyet a methylezett termék hydrolysis alkalmával különítettek el, egy kristályos tetramethyl-szőlőcukor, amely azonos azzal, amely a tetramethylmethylglykozidból hydrolysis alkalmával előáll.

Tizenegy évvel később IRVINE és DICK² foglalkoztak újból a maltózzal és hogy az ezüstoxyd oxydáló hatását elkerüljék, a methylmaltozidból akartak kiindulni és azt methylezni ezüstoxyddal és methyljodiddal. A methylmaltozidot azonban, melyet például E. FISCHER³ heptaacetylvegyülete alakjában minden nehézség nélkül acetobrommaltózból és methylalkoholból elő tudott ezüstcarbonáttal állítani, nem kapták meg, mert az okta-

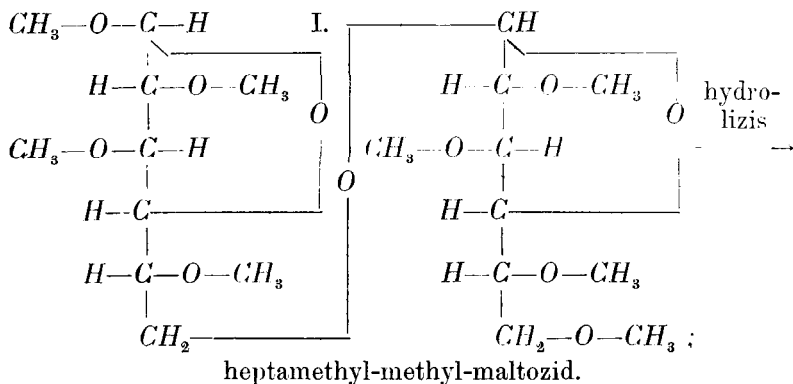
¹ PURDIE és IRVINE: Journal Chemical Society 87, 1022 (1905).

² IRVINE és DICK: Journal Chemical Society 115, 593 (1919).

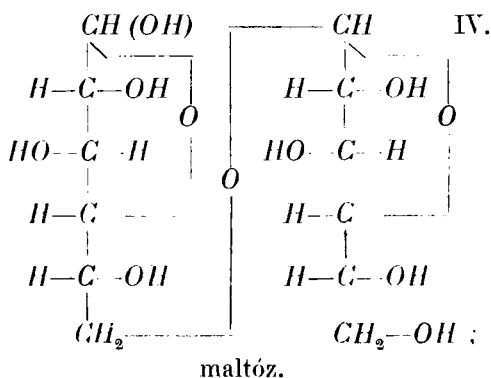
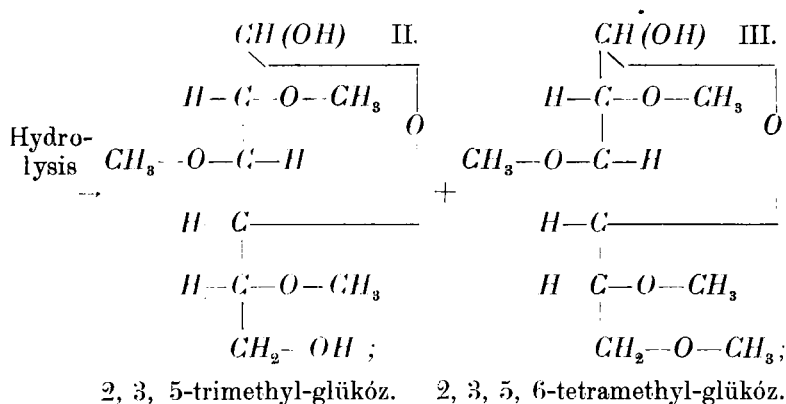
³ EMIL FISCHER és E. F. ARMSTRONG: Berichte d. Deutsch. chem. Gesellschaft 34. 2885 (1901), 35, 840 (1902).

acetylmaltóznak methylenchloridos oldatban jódhidrogénnel való kezelése alkalmával állítólag egy lebontás történne és a várt acetojodmaltóz helyett az acetojodglükoarabinóz keletkeznék, mely methyalalkohollal a methylglükoarabinoziddá alakítva, egy heptamethylglükoarabinozidot szolgáltatott volna.

Ez az állítólagos lebontás minden eddigi tapasztalattal ellentétben áll és nem értelmezhető másképpen, mint hogy tévedéssel állunk szemben. Viszont annyira fontosnak tartottam, hogy meggyőződjem a valóságáról, hogy újból végrehajtottam az IRVINE—DICK-féle kísérletet és azt vizsgáltam, hogy az oktaacetylmaltóznak jódhidrogénnel való kezelésénél keletkezik-e egyáltalában valamilyen pentóz szabad, vagy kötött állapotban. A kérdés eldöntésére a reakciókeveréket nedves acetonos oldatban ezüst-carbonáttal bontottam el és a keletkezett terméket a TOLLENS-féle furfurol-desztillációs eljárásnak vetettem alá. Furfurolnak a savval való desztillálásnál nyoma sem keletkezett, ami amellet szól, hogy az állítólagos lebontás, mint várható is volt, nem történik meg. Még ugyanabban az évben HAWORTH és LEITCH,¹ akik a dimethylszulfáttal való methylezést alkalmazták a maltózra, arra az eredményre jutottak, hogy a teljesen megmethylezett maltóz, a heptamethylmethylmaltozid (I) savas hydrolysis alkalmával 2, 3, 5, 6-tetramethylglükózt (III) és 2, 3, 5-trimethylglükózt szolgáltat (II), amiből a maltóznak egy 1—6 glükozidoglükóz szerkezetet tulajdonítottak (IV. képlet):



¹ HAWORTH és LEITCH: Journ. Chem. Society 115, 808 (1919).



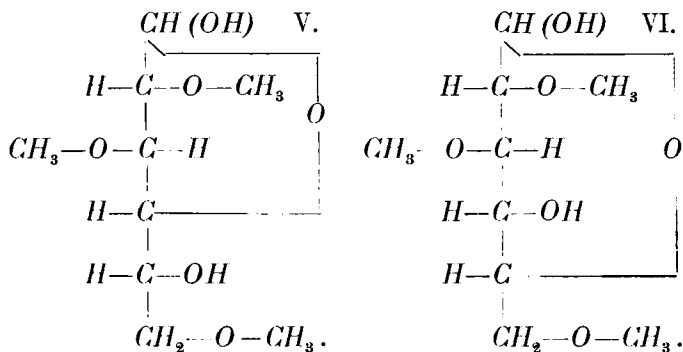
Hét évig ezt a szerkezetet fogadták el a többi kutatók is, és messzemenő következtetéseket vontak le a maltózanhydridekre vonatkozólag is, melyek talán a keményítő építőköveiként szerepelnek.

1926 elején jött aztán az a meglepetés, amely szerint az angol kutatók megállapították, hogy a trimethylglükózok identifikálása helytelen alapon történt és a maltóz semmiesetre sem lehet 1—6 glükozido-glükóz. IRVINE és BLACK,¹ továbbá COOPER, HAWORTH és PEAT² kísérleteiből kitűnt, hogy a maltóznak teljes methylezése a hydrolysis alkalmával a 2, 3, 4, 6-tetramethylglükózon kívül

¹ JAMES COLQUHOUN IRVINE és JAN MACLEOD ARMSTRONG BLACK: Journal Chemical Society 1926, 862.

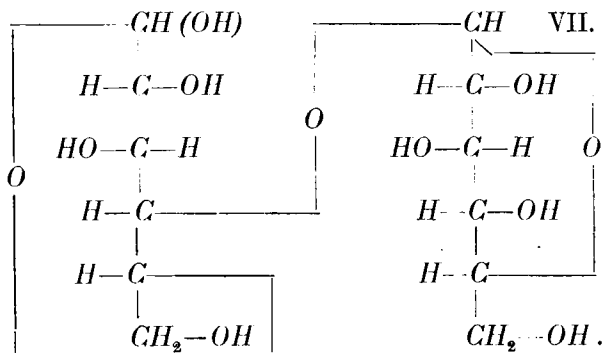
² CONRAD J. ASTLEY COOPER, WALTER NORMANN HAWORTH és STANLEY PEAT: Journal Chemical Society 1926, 876.

nem a 2, 3, 5-, hanem a 2, 3, 6-trimethylglükózt szolgáltatja. Ugyanez volt az eredmény akkor is, amikor a tiszta β methyl-maltozid került methylezés és hydrolysis alá. Mivel a 2, 3, 6-trimethylszőlőcukor mint γ -cukor is reagálhat,³ a keletkező 2, 3, 6-trimethylszőlőcukornak kétféle szerkezete lehetséges, a szerint, hogy az oxigénhid az 1, 4, vagy az 1, 5-ös szénatómok között lép fel, a következő szimbolumoknak megfelelőleg:

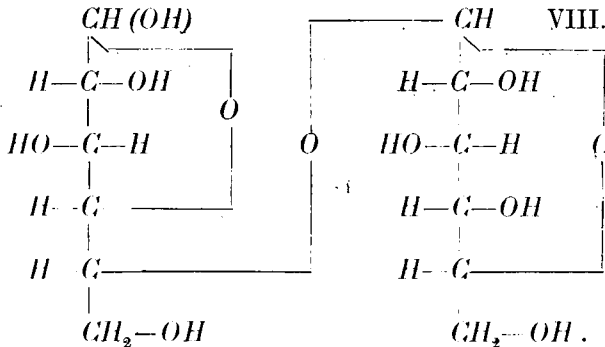


Az utóbbi az állandóbb forma, minek következtében ha keletkezik is az 1, 4-es oxigénhidás vegyület, az utólag átrendeződik az 1, 5-ösbe.

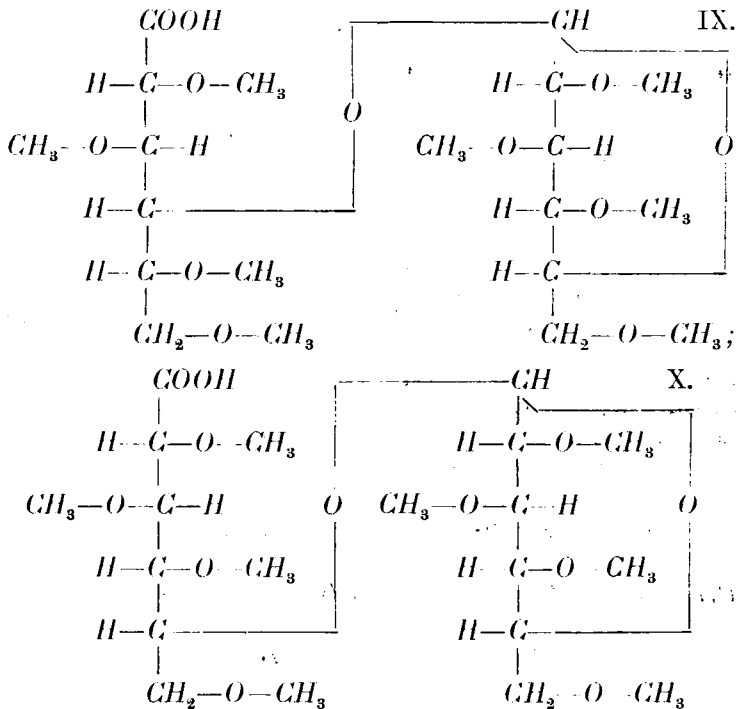
Ennek megfelelőleg a maltóz szerkezetére nézve kétféle lehetőséget állítottak fel, melyet a VII. és VIII. szimbolum fejez ki:



³ IRVINE és HIRST: Journal Chemical Society: 121. 1214 (1922).

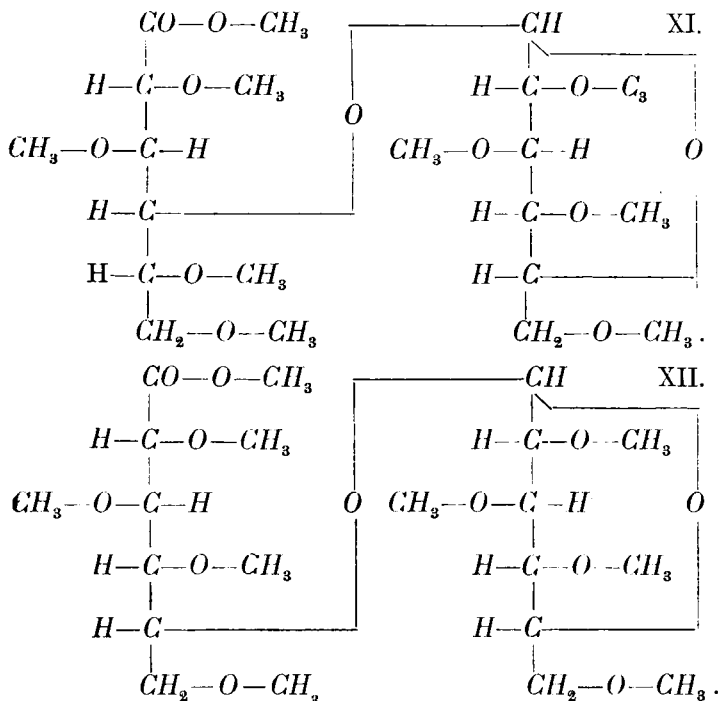


A VII. és VIII. szimbólum között való döntést HAWORTH és PEAT¹ olyképpen igyekezett meghozni, hogy a maltózból brómos vízzel való oxydáció útján előálló maltobionsavat tette methylezés tárgyává. Alkalikus közegben dimethylszulfáttal az oktamethylmaltobionsavat (IX. vagy X. szimbólum),

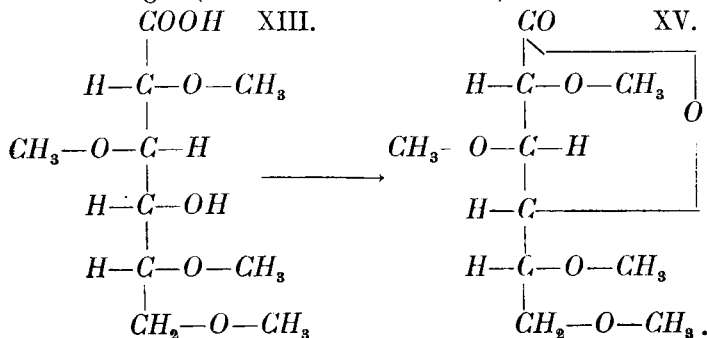


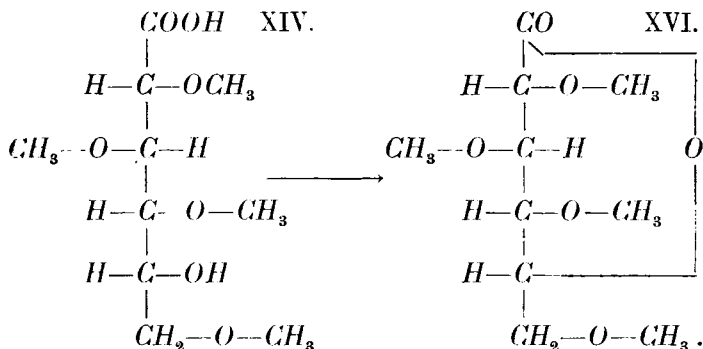
¹ WALTER NORMANN HAWORTH és STANLEY PEAT: Journ. Chem. Soc. 1926. 3094.

abból pedig methyljodid és ezüstoxyd segítségével az oktamethyl-maltobionsavmethylestert nyerték (XI. vagy XII. szimbolum).



A hig savakkal való hydrolysis a diszacharidoxgyénkötésnek felszakadásával egyrészt 2, 3, 4, 6-tetramethylglükózt, másrészt egy tetramethylglükonsavat ad, mely ismét kétféle lehet, a kétféle maltózszerkezet szerint (XIII. és XIV. szimbolum); és a szerint, hogy melyik glükonsav keletkezik, kétféle lakton előállása lehetséges (XV. és XVI. szimbolum).



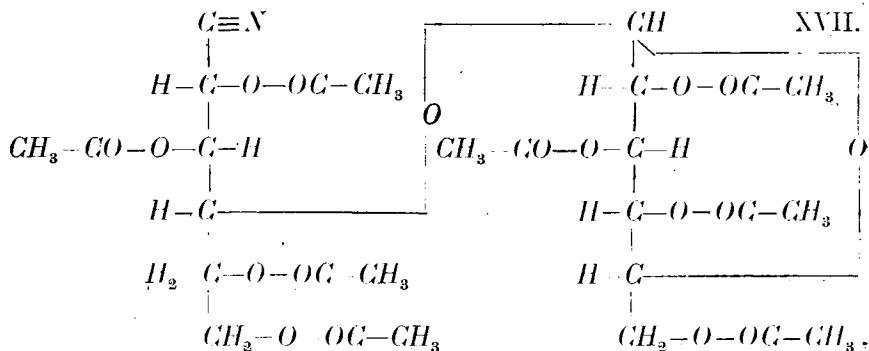


A keletkezett lakton elszappanosodásának tanulmányozása reakciósebesség szempontjából ahhoz az eredményhez vezetett, hogy a lakton szerkezete a XV. szimbolumnak megfelelő. E mellett szóltak a methylezett glükonsav phenilhydrazidjának tulajdonságai is, melyek azonosak voltak a 2, 3, 5, 6-tetramethylglükonsavphenilhydrazidjáéival. Ezek alapján levonva a következtetéseket, HAWORTH és PEAT a maltózra nézve a VII. szimbolumban kifejezett képletet bizonyították be. Ez a szerkezet teljesen analóg volna a cellobiózéval,¹ mindössze a két diszacharid egymáshoz való kapcsolata volna a maltóz esetében α -kötésnek, a cellobióz esetében β -kötésnek megfelelő. A következtetésnek akkor van meg az alapja, ha feltételezzük, hogy az oxydáció és az azt követő methylezés alkalmával az oxygénhid nem vándorolt egyik szénatómról a másikra.

A fennvázolt módon megállapított szerkezet csak akkor fogadható el végérvényesnek, ha sikerül azt egy másik, a methylezéstől teljesen független úton bebizonyítani. Éppen ezért ugyanakkor, amikor a cellobióz szerkezetének közvetetlen bizonyítása sikerült, megkezdtem a maltózra nézve is teljesen hasonló úton, az oximon keresztül a nitrilnek előállítását és igyekeztem azt lebontani. Ez a feladat csak most, több mint másfél évig tartó szakadatlan munka után volt sikerrel megoldható, mert a maltóz esetében egészen szokatlan kísérleti nehézségek léptek fel, melyek a kutatásban való előrehaladást meggátolták. Oka ennek,

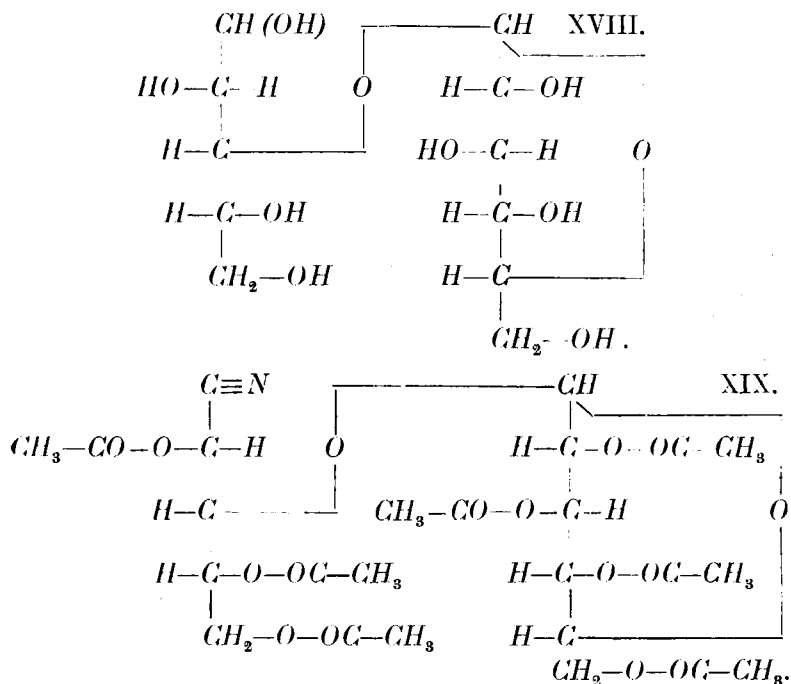
¹ ZEMPLÉN GÉZA: Mat. és Természettud. Ért. 43. k. (1926).

hogy a kereskedelembe kapható legtisztább maltózkészítmények is nagymennyiségű nem maltózt, mint szennyezést tartalmaznak. Még a legtisztább KAHLBAUM és MERCK-féle maltózkészítmények is, ha azokat közvetlenül dolgozzuk fel oximmé, illetőleg az oktaacetylmaltobionsavnitrillé, olyan termékeket adnak, amelyeknek nitriltartalma a számítottnak csak 40—45 %-át teszi ki. Ebből következik, hogy a maltózt a nitrillé alakítás előtt valami jól tisztítható, egységes származékká való átalakítás után lehetett csak oximezni. Erre alkalmasnak mutatkozott a β -oktaacetylmaltózzá való átalakítás. Ennek menysége, a munkába vett maltóztól vonatkoztatva, megadja a használt maltóz tisztasági fokát. Így például SCHUCHARDT-féle vegytiszta maltóznak 200 gr-ját szolgáltatott 110 gr tiszta β -oktaacetylmaltózt, míg a MERCK-féle vegytiszta készítmény ugyanakkora mennyiségéből 170 gr oktaacetylvegyületet nyertem. Az oktaacetylvegyületből vagy bariumhydroxyddal, vagy a nátriummethylátos módszerrel visszanyertem a maltózt és azt alakítottam oximmé. Az oximot kellő víztelepítés után közvetlenül oktaacetylmaltobionsavnitrillé alakítottam (XVII. szimbolum).



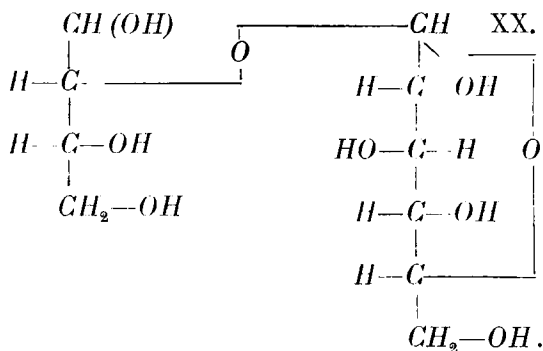
A nitriltartalmat a számítottnak 64·3 %-ánál magasabbra felvinni, többszöri egymásután következő acetylezés segítségével sem lehetett, miért is a lebontást ezzel a termékkel, mely még kerekén 36 % acetylezett oximot tartalmazott, kellett végeznem. A nátriummethylátos lebontás és a keletkezett termékeknek megacetylezése alkalmával, megváltozván a nitrilnek és oximnak az eredeti acetylvegyületben levő viszonya, ismét szolgáltatott újabb

mennyiségű acetylezett maltobionsavnitrilt a jelenlevő oximból, miért is a lebontást addig ismételttem meg, amíg a lebontott terméknek újraacetylezésénél új nitril már nem keletkezett, ami két egymásután végrehajtott lebontással elérhető. Ilyenkor a keletkezett terméknek d-glüko-d-arabinóz (XVIII. szimbolum) tartalma a furfurol-phloroglucid módszerrel megállapítva kereken 50 % volt. A lebontást előnyösebben vezetni nem lehetett. E reakciókeverékből érthető, hogy semmiféle más kristályos származéka alakjában az új glükoarabinóz nem volt elkülöníthető, csupán phenyloszazonja képében. A hydrazonok egész sorát próbáltam leválasztani kristályosan, de eredmény nélkül. Kényyszerülve voltam tehát a kereken 50 %-nyi glükoarabinózt tartalmazó oldattal továbbmenni és azt igyekeztem újból oximmé, illetőleg a heptaacetylglükoarabonsavnitrillé (XIX. szimbolum) alakítani.



A keletkezett nitril a számítottnak 40 %-át tartalmazza, a többi változatlan glükoarabinózosim és még maltózosim.

A 40 %-nyi nitril között szerepel olyan nitril is, amely az eredetileg jelenlevő maltózoximból utólagosan keletkezett. Amikor tehát lebontjuk a 40 %-os nitrilt, a glükoerythroz mellett, amely keletkezik, még glükoarabinóz és maltózoxim is van az oldatban. Ezeknek tekintetbevételével és lehetőleg quantitativ követésével végezve az oszazonpróbát, kiderül, hogy ami elkülöníthető az oszazonpróba alkalmával, az mind csak glükoarabinoszazon és csekély mennyiségű maltoszazon, mely a maltózoximból keletkezett, ellenben hogy a d-glüko-d-erythroz (XX.) oszazonképződést nem mutat.



A maltózból, illetőleg a belőle lebontással keletkező glükoarabinózból újbóli lebontás útján előállított glükoerythroznak ez a tulajdonsága nyilvánvalóvá teszi, hogy a glükoerythrozban a szőlőcukor első szénatómja az erythroz második szénatómjához van kapcsolva, ennél fogva az eredeti maltózban a kapcsolat az első, illetőleg a négyes szénatómok között bebizonyított. Az eredmény teljesen egyezik a maltózzal az angol kutatók által legújában megállapított és a VII. szimbolummal kifejezésre juttatott szerkezettel, minek következtében a maltóz szerkezetére nézve két, egymástól teljesen független úton ugyanazt az eredményt lehetett elérni.

A KÍSÉRLETEK LEÍRASA.

β -oktaacetylmaltóz előállítása.

200 gr maltózt 1 liter ecetsavanhydriddel és 200 gr vízmentes nátriumacetáttal vízfürdőn a reakció beálltáig, melyet

buborékok felszállása jelez, melegítünk, majd hűtéssel szabályozzuk a heves reakciót, míg a cukor oldatba megy, azután még egy órát melegítjük a forró vízfürdőn. A reakciókeveréket 4 l hideg vízbe öntjük, a kivált olajat 24 órai állás után 300 cm³ chloroformban oldjuk, választótölcsérben a víztől elválasztjuk, megsűrjük, majd háromszor egy-egy liter vízzel a chloroformos oldatot kimossuk, vízmentes chlorcalciummal megszáritjuk, a szüredéket csökkentett nyomás alatt besűrítjük és a maradékot 600 cm³ forró alkoholban oldjuk és megsűrjük. 48 óra múlva a kivált oktaacetylmaltózt leszívátjuk. Újbóli 500 cm³ forró alkoholból átkristályosítva, a termék tiszta. A SCHUCHARDT-féle legtisztább maltózt alkalmazva kaptam 110 gr-ot, olvadáspont 158—159°, forgatóképessége chloroformos oldatban $[\alpha]_D^{19} = +124^\circ$. A MERCK-féle legtisztább maltóz adott 170 gr terméket, olvadáspont 159°, forgatóképessége chloroformos oldatban $[\alpha]_D^{18} = +123.4^\circ$.

Az így nyert oktaacetylmaltózt eleinte átkristályosított báriumhydroxyddal, később azonban az eljárás gyorsítása, valamint a kitermelés növelése céljából nátriummethylláttal szappanosítottam el.

β -oktaacetylmaltóz elszappanosítása báriumhydroxyddal.

100 gr oktaacetylmaltózt 100 cm³ chloroformban oldunk és annyi alkoholt adunk hozzá, amennyit kiválás nélkül elbír: 300 cm³. Ezt az oldatot 100 gr átkristályosított báriumhydroxydnak 300 cm³ vízben való oldatához öntjük és hűtőkeverékben rázzuk. A kivált báriumvegyületet vízben oldjuk, választótölcsérben a vizes oldatot a chloroformtól elválasztjuk és 160 cm³ 10 %-os kénsavval elegyítjük; ha a kénsav kevés volna, még annyit csepegtetünk folytonos rázás közben a folyadékhoz, míg a kongópapírost megkéki. A szüredékben quantitáíve kicsapjuk a kénsavat, illetőleg a báriumhydroxydot, majd szénnel derítve az oldatot, átlátszóra szűrjük és csökkentett nyomás mellett bepárolva, a maradékot néhányszor alkohollal újból bepároljuk az ecetsav teljes elűzése céljából. A termelés 31.5 gr maltóz, a többi oktaacetylvegyület alakjában a chloroformban marad és abból kinyerhető, de újabb elszappanosításra csak akkor használható, ha alkoholból többször átkristályosítjuk.

β -oktaacetylmaltóz elszappanosítása nátriummethylláttal.

200 gr oktaacetylmaltózt 400 cm³ chloroformban oldunk és 10 gr fémnátriumnak 400 cm³ abszolút methylalkoholban készített oldatával hűtőkeverékben rázunk. A kivált addíciós vegyületet 500 cm³ lehűtött desztillált vízben oldjuk, 30 cm³ jég-écettel megsavanyítjuk, választótölcsérben a chloroformtól jó átrázás után elválasztjuk, majd a vizes oldatot csökkentett nyomás mellett szirupsűrűségűre pároljuk és 500 cm³ forró abszolút alkoholt adva hozzá, alaposan szétrázzuk. A cukor teljes kicsapódása céljából a keveréket sóval és jéggel alaposan lehűtjük, azután az alkoholt leöntjük és a műveletet még kétszer 250 - 250 cm³ abszolút forró alkohollal megismételjük. Ezáltal a nátriumacetátot ügyszólván teljesen eltávolítjuk. Az alkoholos anyalúgból állás közben még válik ki maltóz, ezt leszűrjük, alkohollal mossuk és vízben oldjuk oximezés céljából. Termelés összesen 80 gr, vagyis az elméleti érték 80 %-a.

Maltózoxim és oktaacetylmaltobionsavnitril (XVII.)

Az acetylvegyületén keresztül megtisztított maltóz 50 gr-ját vízben oldjuk (50 cm³-ben), vízfürdőn melegítjük és alkoholos hidroxilaminoldattal elegyítjük. Utóbbit 24 gr sósavas hidroxilaminnak 8 cm³ vízben való oldatából és 6 gr fémnátriumnak 175 cm³ abszolút alkoholban való oldatából, a kivált konyhasó leszűrése és kimosása útján nyerjük. Az oximezés az oldatnak egy órán át 65°-ra való melegítése után be van fejezve. Ekkor a szintelen oldatot csökkentett nyomás alatt besűrítjük, majd abszolút alkohollal 4—5-ször teljes víztelenítés céljából bepároljuk. Minél jobban van víztelenítve az oxim, annál kevésbé barnulnak a termékek az utólagos acetylezés alkalmával. A maltózoxim szintelen, nem kristályos, üvegszerű tömeg. Forgatóképességét vízben határoztuk meg:

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{8.59^\circ \times 16.6570}{1.0439 \times 1.6014} = + 85.6^\circ \text{ vízben.}$$

A teljesen kiszáritott maltózoxim acetylezését ötszörös meny-

nyiségű vegytiszta, homológmentes ecetsavanhydriddel és 50 gr vízmentes nátriumacetáttal végezzük. Nagyon óvatosan kell a melegítést eszközölni, mert a reakció igen heves, túlságos felmelegedés pedig a nitril megbarnulását okozza. Amint az oximi oldatba ment, 200 cm³-t ledesztillálunk csökkentett nyomás mellett a reakciókeverékből és 150 cm³ új ecetsavanhydrid hozzáadása után egy óra hosszat széndioxid jelenlétében melegítjük vízfürdőn. Ezután 1 l vízbe öntve a reakciókeveréket, másnapig állni hagyjuk, majd leöntve az oldatot, a kivált termékre friss vizet öntünk és üveghottal szétdolgozzuk. Az anyalúgnak újból való váltása után a tömeg porrá alakítható víz alatt. Leszívjuk, vízzel kimossuk és eleinte szűrőpapíron szűrve, majd vákuumexsikkátorban kénsav, végül foszforpentoxid felett megszáritjuk. Termelés 90 gr: 0.7260 gr. adott 0.0850 gr AgCN-ot.

E szerint a készítmény nitril tartalma a számítottnak 59 %-a. Az így nyert készítményt 22 gr vízmentes nátriumacetáttal és 110 cm³ ecetsavanhydriddel újból egy óra hosszat melegítjük vízfürdőben, majd vízbeöntés után a terméket éppen úgy különítjük el, mint azt feljebb leírtam.

0.5098 gr adott 0.0650 gr AgCN-ot. A nitriltartalom felemelkedett 64.4 %-ra.

Az acetylezésnek harmadszori megismétlése a nitriltartalmat növelni már nem volt képes.

Forgatóképesség meghatározás chloroformban:

$$[\alpha]_D^{21} = + \frac{7.36^\circ \times 22.6532}{1.2144 \times 1.4794} = + 92.8^\circ, \text{ chloroformban.}$$

Oктаacetylmaltobionsavnitril lebontása.

207 gr 64 %-os oktaacetylmaltobionsavnitrilt 400 cm³ chloroformban oldunk, csontszénnel az oldatot megderítjük, szűrjük és az oldatot 20 gr fémnátriumnak 350 cm³ abszolút methylalkoholban készített, lehűtött oldatával hűtőkeverékben rázzuk. A kivált addíciós vegyületet oldjuk 400 cm³ hűtött vízben és megsavanyítjuk 68 cm³ jégecettel. A vizes oldatot elválasztjuk a chloroformos rétegtől, majd csökkentett nyomás alatt besűrítjük és a maradékot abszolút methylalkohollal néhányszor be-

párolgatatjuk, hogy a cyánhydrogént tökéletesen elűzzük és hogy a maradékot annyira vízmentesítsük, hogy az acetylezés lehetővé váljék.

A kiszáritott maradékot 350 cm³ ecetsavanhydriddel és 50 gr vízmentes nátriumacetáttal a tömeg oldatba menése után egy órát melegítjük vízfürdőn, majd 1 l vízbe öntve másnapig állni hagyjuk. A víznek többszöri kicserélése és a tömegnek üvegbottal való szétdolgozása világosszínű port szolgáltat, melyet leszívatas és kimosás után vákuumexszikkátorban előbb kénsav, majd foszforpentoxid felett megszáritunk. Termelés 176 gr.

Az így nyert termék nitriltartalmúnak bizonyul: 0·4592 gr adott 0·0086 gr $AgCN$ -ot = 9·4 % oktaacetylmaltobionsavnitril.

Mivel a megacetylezés előtt a vizes oldat nitriltartalmú nem volt, világos, hogy a nitril újólag képződött a nitril mellett eredetileg jelen volt maltóoximból. Szükségesnek mutatkozik tehát egy újból való lebontás, mely teljesen hasonló módon vihető keresztül, mint az első, 300 cm³ chloroform, 18 gr nátrium, 300 cm³ abszolút methylaikohol, 58 cm³ jégecet és 300 cm³ víz segítségével. Az utólagos acetylezés 300 cm³ ecetsavanhydrid és 50 gr vízmentes nátriumacetáttal történt. Termelés 140 gr acetylvegyület, melyben nitril nem mutatható ki.

Optikai forgatóképesség chloroformban:

$$[\alpha]_D^{20.5} = + \frac{3.72^\circ \times 23.9672}{0.8000 \times 1.4792} = + 75.3^\circ, \text{ chloroformban.}$$

Redukció hydrolysis előtt:

0·0539 gr : 4·5 cm³ n_{10} $KMnO_4$ = 0·0142 gr glükóz = 26·3 %-a a glükózénak.

Redukció hydrolysis után:

A hydrolysis 2·5 %-os sósavval 2·5 órai forralás útján történt. 0·0539 gr : 7·5 cm³ n_{10} $KMnO_4$ = 0·0240 gr glükóz = 44·5 %-a a glükózénak.

Arabinóz meghatározás:

0·6134 gr adott 0·0630 gr furfurolphloroglucidot = 0·0754 gr arabinóz. Mivel 0·6134 gr heptaacetylglükoarabinózban elméletileg 0·3158 gr glükoarabinóz, abban pedig 0·1518 gr arabinóz

foglaltatik, az elemzés adatai szerint a termékben 49·7 % heptaacetylglükoarabinóz van, a többi acetylezett maltózoxim.

A heptaacetylglükoarabinóz elszappanosítása.

140 gr-ot az előbbi vegyületből feloldunk 300 cm³ alkoholban és 140 gr átkristályosított báriumhydroxydnak 420 cm³ vízben való oldatával hűtés közben rázzuk. Körülbelül 5 percnyi rázás után a reakciókeverék egy mintája vízben már teljesen oldhatóvá válik. Ekkor egy liter vízzel felhígítjuk, 10 %-os kénsavval elegyítjük, amíg a kongópapiros megkékül, majd a szüredékben pontosan leválasztjuk a kénsavat báriumhydroxyddal.

A szüredéket szénnel derítjük, csökkentett nyomás alatt bepároljuk és a maradékot az ecetsav elűzése céljából alkohollal néhányszor ismét bepárologatjuk. Maradék 60 gr.

Forgatóképesség vízben:

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{6.86^\circ \times 15.5648}{1.4316 \times 1.0363} = + 72.0^\circ, \text{ vízben.}$$

Glükoarabinóz (maltózból)-phenyloszazon.

Az oszazonpróbánál az oszazon az oldatban marad. A folyadék lehűtése és az oldat felhígítása alkalmával sárgásbarna gyanta alakjában válik le, amely friss vízzel való szétrázás alkalmával sárga kristálytömeggé hull szét. A nyersterméket 30 %-os alkoholból átkristályosítva citromsárgaszínű tükben kristályosodik az oszazon. Olvadáspontja bomlás közben 190—195°.

Nitrogénmeghatározás:

0.1500 gr: 15.4 cm³ nitrogén, 17.5°, 745 mm.

Glükoarabinózphenyloszazon $C_{23}H_{30}O_8N_4$ (490.40):

számított: 11.43 % N, talált: 11.63 % N.

A heptaacetyl-glükoarabonsavnitril előállítás és lebontása.

A 49.7 %-nyi heptaacetylglükoarabinózt tartalmazó termék elszappanosítása után nyert oldatból 4.8 gr anyagot 2.5 gr sósavas hydroxylaminból készített szabad hydroxylaminnal a maltóz-

oxim, illetőleg oktaacetylmaltobionsavnitrilnél leírt módon dolgoztam fel. Az acetylezés után kivált olajat másnap chloroformban oldtam, háromszor vízzel kimostam, chlorcalciummal megszárítottam, az oldatot csontszénnel derítettem, majd csökkentett nyomás alatt bepároltam. Maradék 5 gr glükoarabonsavnitril-acetát, melynek acetyl tartalma 45·5 % (0·3332 gr: 0·0300 gr *AgCN*).

4·7 gr acetylezett nitrilt 8 cm³ chloroformban oldva, hűtőkeverékben rázogattunk, majd 1 gr nátriumnak 10 cm³ abszolút methylalkoholban készített oldatát keverjük hozzá folytonos rázogatas közben. A kivált addíciós vegyületet 25 cm³ vízben oldottuk, 3 cm³ jégecettel megsavanyítottuk, a chloroformtól elválasztottuk és csökkentett nyomás alatt bepároltuk, majd abszolút methylalkoholban még néhányszor oldottuk a maradékot és ismét bepároltuk, végül 20 cm³ vízbe felvettük. A 20 cm³ oldatot 1 gr sósavas phenylhydrazinnak hozzáadása után 5·4 órát melegítettük forró vízfürdőben. 25 cm³ vizet adva a reakciókeverékhez, jól bedugaszolva 24 órát állni hagytuk. A kivált oszazon súlya 0·54 gr. Az anyalúgot 0·5 gr sósavas phenylhydrazin hozzáadása után újból melegítettük. Kivált 0·2 gr oszazon lehülés és állás után. Az anyalúg új phenylhydrazinnal melegítve mérhető oszazonmennyiséget már nem szolgáltat. A levált oszazon főképpen glükoarabinoszazonnak bizonyult. A keletkezett oszazon forrása után kutatván, kiderült, hogy a vizsgálandó oldatban glükoarabinóz foglaltatik, továbbá maltózosim a glükotetrózon kívül. A glükoarabinóz onnan származik, hogy a glükoarabinózosimnak nitrillé való átalakításakor jelenlevő maltózosim egy része acetylezett nitrillé alakul, amely a lebontás alkalmával glükoarabinózzá változik. Ez a glükoarabinózmennyiség elég tekintélyes. Így például 2·7 gr 40 %-os heptaacetylglükoarabonsavnitril lebontása alkalmával a furfuroldesztillációs módszer segítségével 0·1526 gr furfurolphloroglucidot különítettünk el, ami 0·1743 gr arabinóznak, illetőleg 0·3624 gr glükoarabinóznak felel meg. Tekintve azt, hogy a tapasztalat szerint a glükoarabinoszazon mennyisége rendszerint annyi, mint az oszazonpróbára feltett glükoarabinóz mennyisége: az oszazonpróbára felhasznált 4·7 gr lebontott nitrilből 0·63 gr glükoarabinóz és ugyanennyi glükoarabinoszazon felel meg.

Egy másik forrása az oszazonképződésnek a maltózoxim. Külön kísérletekkel megállapítottam, hogy a maltózoxim teljesen hasonló körülmények között, mint ahogyan a döntőkísérletek oszazonpróbáját végeztem, mennyi maltózphenyloszazont szolgáltat. Ezek alapján a munkába vett 4·7 gr 40 %-os glükó-arabonsavnitril lebontásából 0·18 gr maltózphenyloszazon keletkezhett. Összesen előállhatott tehát $0·63 + 0·18 = 0·81$ gr phenyloszazon. Ezzel szemben a kísérlet alkalmával 0·74 gr oszazont különítettem el. A kísérlet világosan bizonyítja, hogy a jelenlévő glükóerythroz oszazon létesítésére nem alkalmas.

Oktaacetylmaltóz kezelése jóddihidrogénnel.

50 gr oktaacetylmaltózt 25 cm³ chloroformban oldunk és $\frac{1}{2}$ óra hosszat száraz jóddihidrogént vezetünk rajta keresztül. Utána a reakciókeveréket erősen csökkentett nyomás alatt bepároljuk és a maradékot nyers acetonban oldva, ezüstoxiddal rázzuk. Három óra múlva a halogén teljesen lehasad. A szüredéket csökkentett nyomás mellett bepároljuk és a maradéknak egy-egy részében TOLLENS-féle furfuroldesztillációt végzünk. A furfurolpróba teljesen negatív, sem anilinacetáttal, sem pedig phloroglucid alakban nem mutatható ki, jeléül annak, hogy glükó-arabinóz nem keletkezett. A maradékból átkristályosítás útján kizárólag heptaacetylmaltózt lehet elkülöníteni. (Olv. pont 176°.)

A kísérletek végrehajtásánál BRUCKNER ZOLTÁN vegyész-mérnök úr segédkezett nagy buzgalommal. Ezért neki e helyen is megleg köszönetet mondok.

A kutatásokat az Országos Magyar Természettudományi alap anyagi támogatásával hajtottam végre.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 május 23.-án tartott üléséből.)

KONSTITUTIONSERMITTLUNG DER MALTOSE.

Von GÉZA ZEMPLÉN, o. Mitglied der Akademie.

Nach den neuesten Untersuchungen der englischen Schule soll die Maltose eine der Cellobiose analoge Konstitution einer *1*-Glykosido — *4*-Glykose besitzen. Verfasser versuchte die Konstitution der Maltose durch direkten Abbau zu ermitteln. Die Maltose läßt sich über ihr Oxim, bezw. acetyliertes Maltobionsäurenitril zu einer *d*-Glyko-*d*-Arabinose abbauen. Diese gibt bei Wiederholung der Oximierung ein Glykoarabonsäurenitril in Form der Acetylverbindung. Das Nitril liefert beim Abbau eine Glyko-erythrose, die nicht mehr befähigt ist ein Phenyl-osazon zu bilden. Daraus kann mit Sicherheit der Schluß gezogen werden, daß in der Maltose eine *1*-Glykosido-*4*-Glykose vorliegt. Die Arbeit erscheint auch in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Bd. 60. S. 1555—1564 (1927).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Mai 1927).

A NEM MEREV MOLEKULÁJÚ, KÉTATOMÚ GÁZOK ABSZOLUT ENTRÓPIÁJA.¹

SZÉLL KÁLMÁN-tól.

A két- és többatomú gázok abszolút entrópiájának meghatározásával foglalkozó eddigi vizsgálatok a két- és többatomú gázmolekulákat mint merev testeket vették tekintetbe. Ezeket a gázmolekulákat azonban csak megközelítőleg vehetjük mereveknek. A két- és többatomú gázmolekulák összetett képződmények, két vagy több atommagból és bizonyos számú elektronból vannak összetéve. Az atommagok nyugalmaik megzavarásakor, például a molekulák összeütközése, energia-abszorpció következtében kimozdulnak egyensúlyi helyükből, rezgéseket végeznek egyensúlyi helyük körül, az elektronok keringenek az atommagok körül. A molekula atomai a forgásnál fellépő centrifugális erők hatása alatt egymástól kissé eltávoznak, az atommagok most más egyensúlyi helyek körül rezegnek, az atomok egymáshoz való kötése kevésbé erős lesz, ezért az atomok rezgési száma, energiája a molekula forgási sebességétől függ. A molekula elektronjainak és a molekula többi alkotórészének mozgása (az atomok rezgése, a molekula forgása) között hatások lépnek fel. Ha egy molekulában az elektronok elhelyezése megváltozik, a molekulában levő atomok távolsága is más lesz, a molekula tehetetlenségi nyomatéka is változni fog, úgyhogy lényegében két különböző molekulával van dolgunk.

A két- és többatomú gázokkal foglalkozó vizsgálatok általában magas hőmérséklet mellett határozták meg az abszolút

¹ V. ö. ugyane szerzőnek dolgozatát: „A két- és többatomú gázok rotációs entrópiája», ugyane folyóirat XLIII. kötete 30—50. ll. 1926.

entrópia értékét. Magas hőmérsékletnél a gázok fajhőjére és a szalagos színeképekre vonatkozó vizsgálatok szerint a molekulák atomai rezegnek. Ha *e rezgések végtelen kicsinyek*, a rezgő atomok *harmonikus oszcillátoroknak tekinthetők*. Ha *a rezgések végesek*, az atomok *anharmonikus rezgéseket végeznek*. A szalagos színeképekre¹ vonatkozó vizsgálatok szerint a molekulák atomai **számottevő** anharmonikus rezgéseket is végezhetnek.

Az abszolút entrópia meghatározása a molekulák atomai és elektronjai mozgásainak tekintetbevételével rendkívül nehéz és összetett feladat, mivel az entrópia kifejezésében szereplő állapotvalószínűség meghatározása végett a gázrendszer molekuláinak minden lehetséges állapotát tartalmazó állapotteret, ez állapotternek a celláit vagy a gáz összes lehetséges állapotainak a számát kell meghatároznunk. E feladatnak a megoldása ma lehetetlen már azért is, mivel a molekulák pontos szerkezetét még nem ismerjük.

A következő sorokban a kétatomú gázoknál a molekulák forgásából és a molekulákban történő atomrezgésekből származó entrópia: *a rotációs-rezgési entrópia* számításával foglalkozom. Dolgozatom I. részében a SOMMERFELD-féle quantum-feltételekből kiindulva a szabad energia segítségével számítok, dolgozatom II. részében az állapot-valószínűség közvetlen számításával határozom meg a rotációs-rezgési entrópia értékét. A gáz entrópiájának a tranzlációs mozgástól származó része nagy pontossággal ismeretes s ezt az értéket W. NERNST² szerint a kísérletek fényesen igazolják.

Vizsgálataimban a következő *feltevéseket teszem*: 1. A kétatomú gáz molekuláiban az atomok rendkívül kicsiny harmonikus rezgéseket végeznek,³ ezek a rezgések az atomokat összekötő

¹ A szalagos színeképekre vonatkozó vizsgálatok ismertetését l. A. SOMMERFELD: *Atombau und Spektrallinien* c. könyvének (4. kiadás, 1924) Die Bandenspektren c. fejezetében.

² W. NERNST: *Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes*, 1918, 152. l.

³ A szalagos színeképeket azzal a feltevéssel, hogy a kétatomú gáz atomai harmonikus rezgéseket végeznek, T. HEURLINGER tárgyalta. *L. ZS. für Phys.* 1. 82. (1920).

egyeneselek mentén történnek. A molekulák rezgő atommagjainak a forgás következtében fellépő egyensúlyi helyváltozásait és a rezgésszám változásokat elhanyagolható kicsinynek veszem. 2. Az egyes molekulák állapotterei az állapotpontok az állapotterek elemi tartományainak csak bizonyos helyein lehetnek. 3. A molekulák kohéziós ereje elenyésző kicsiny. 4. Az atomok rezgései következtében változnak a molekulák tehetetlenségi nyomatékai. Felteszem, hogy statisztikai vizsgálataimban a molekulák különböző tehetetlenségi nyomatékainak egy középértékével számíthatok. E feltevés részletezéséről később lesz szó. 5. A molekulák elektronjai elrendeződésének változásait és ezeknek hatásait nem veszem tekintetbe.

I. A kétatomú gáz rotációs-rezgési entrópiájának kiszámítása a Sommerfeld-féle quantum-feltételek alapján számított szabad energia segítségével.

1. §. Vegyük tekintetbe az N egyenlőfajú molekulát tartalmazó, egy mol tömegű, E energiájú, T hőmérsékletű kétatomú gázt. E gáz rotációs-rezgési entrópiája:¹

$$S = k \ln \Sigma W, \quad (1)$$

ahol W a gáz molekuláinak a rotációs és rezgési koordináták által meghatározott állapottér celláiban való egy bizonyos elosztódásának termodinamikai valószínűségét jelenti E energia mellett; ΣW az összes lehetséges elosztódások termodinamikai valószínűségeinek az összegét adja, amelyet a gáz E energiájú állapot-valószínűségének nevezünk. A legvalószínűbb elosztódás termodinamikai valószínűsége oly nagy, hogy ezt (1)-ben kiemelve, a hátralevő rész logaritmusát elhagyható,² következőleg

$$S = k \ln W_{\max}. \quad (1a)$$

¹ A gázok statisztikai entrópiadefiníciójára vonatkozólag L. E. SCHRÖDINGER: Berliner Ber. 434. I. 1925.

² $\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots$ ($-1 < x \leq 1$) sorfejtés tekintetbe vételével.

Az (1a) egyenletből ismeretes eljárásokkal¹ nyerhető a szabad energia következő kifejezése:

$$F = -kNT \ln \sum_{n_1=0}^{\infty} \sum_{n_2=0}^{\infty} \dots p_{n_1 n_2 \dots} e^{-\frac{\bar{E}_{n_1 n_2 \dots}}{kT}}, \quad (2)$$

ahol $\bar{E}_{n_1 n_2 \dots}$ az $(n_1 n_2 \dots)$ cellában a molekulák középenergiáját, $p_{n_1 n_2 \dots}$ e cella statisztikai súlyát jelenti. Feltevésünk szerint $E_{n_1 n_2 \dots} = \bar{E}_{n_1 n_2 \dots}$ a molekulának az $(n_1 n_2 \dots)$ cellában lehetséges quantumos energiáját jelenti. A szabad energia ismeretével az entrópia értéke is adva van:

$$S = - \frac{\partial F}{\partial T}.$$

2. §. A szabad energia meghatározása végett szükségünk van a molekulák quantumos energia-értékeire. Elvégből először a molekula energiáját kell meghatároznunk.

A koordinátarendszer kezdőpontját helyezzük a tekintetbe vett molekula súlypontjába (tömegközéppontjába). Legyenek a molekula két atomának poláris koordinátái: $r_1, \vartheta_1, \varphi_1$, illetőleg $r_2, \vartheta_2, \varphi_2$; m_1 és m_2 jelölje a két atom tömegét.

$$\vartheta_1 = \pi - \vartheta_2 = \vartheta, \quad \varphi_1 = \varphi_2 + \pi = \varphi. \quad (3)$$

A molekula energiája:

$$E = \frac{m_1}{2} (\dot{r}_1^2 + r_1^2 \dot{\vartheta}_1^2 + r_1^2 \sin^2 \vartheta_1 \dot{\varphi}_1^2) + \frac{m_2}{2} (\dot{r}_2^2 + r_2^2 \dot{\vartheta}_2^2 + r_2^2 \sin^2 \vartheta_2 \dot{\varphi}_2^2) + E_h, \quad (4)$$

ahol E_h a molekula helyzeti energiáját jelenti. A súlypont értelmezése szerint

$$m_1 r_1 = m_2 r_2. \quad (5)$$

Legyen $r = r_1 + r_2$, r_2 helyett r - és r_1 -et vezetve be (5)-be

¹ M. PLANCK: Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 17. 411. (1915); 17. 443. (1915).

$$\begin{aligned} m_1 r_1 (m_1 + m_2) &= m_1 m_2 r, \\ \left. \begin{aligned} m_1 r_1 &= \mu, \\ m_2 r_2 &= \mu r, \end{aligned} \right\} \\ \text{ahol} \quad \frac{1}{\mu} &= \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}; \end{aligned} \quad (5a)$$

μ -t a két atom redukált tömegének nevezzük.

A mechanika törvényei szerint¹ csak külső erő képes a test súlypontjának gyorsulást adni. A molekula belső erőinek tehát nincs hatása a molekula súlypontjára. Ezért a molekula atomainak bizonyos rezgése nem változtatja a súlypont helyét és (5) érvényességénél fogva ahányszor nagyobb lesz az m_2 tömegű atomnak a súlyponttól való távolsága: r_2 , annyszor nagyobb lesz r_1 . Az atomokat az egyensúlyi helyükbe visszahúzó erő értéke:

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= -c_1 (r_1 - r_1^0), \\ p_2 &= -c_2 (r_2 - r_2^0), \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

ahol r_1^0 és r_2^0 a molekula m_1 és m_2 tömegű atoma egyensúlyi helyeinek távolságát jelenti a súlyponttól, c_1 és c_2 jellemző állandók, amelyek kifejezhetők az atomok tömegével és rezgési idejével, illetőleg rezgésszámával.² Az atomok rezgési ideje egyenlő lévén

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{c_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{c_2}}. \quad (7)$$

Innen a rezgésszám bevezetésével

$$c_1 = m_1 (2\pi\nu)^2, \quad c_2 = m_2 (2\pi\nu)^2. \quad (8)$$

A két atom helyzeti energiája a (6) és (8) alatti egyenletből

$$e_{h_1} = \frac{m_1 (2\pi\nu)^2 (r_1 - r_1^0)^2}{2}, \quad e_{h_2} = \frac{m_2 (2\pi\nu)^2 (r_2 - r_2^0)^2}{2}.$$

Következőleg a molekula helyzeti energiája (5a) figyelembe

¹ L. pl. M. PLANCK: Einführung in die Allgemeine Mechanik (1916), 131. §.

² L. pl. M. PLANCK: Einführung in die Allgemeine Mechanik (1916), 12. §.

vételével, az atomok nyugalmi helyének megfelelő, állandó helyzeti energiától eltekintve:

$$E_h = e_{h_1} + e_{h_2} = \frac{\mu}{2} (2\pi\nu)^2 (r - r_0)^2, \quad (9)$$

ahol r_0 (normális távolság) a molekula atomai egyensúlyi helyeinek egymástól való távolságát jelenti. A molekula helyzeti energiájának ugyane kifejezése szerepel HEURLINGER-nél¹ a szalagos szinképekre vonatkozó vizsgálataiban. Ennélfogva a molekula (4) alatti energiája (3), (5a) és (9) alapján:

$$E = \frac{\mu}{2} [\dot{r}^2 + r^2 \dot{\vartheta}^2 + r^2 \sin^2 \vartheta \dot{\varphi}^2 + (2\pi\nu)^2 (r - r_0)^2]. \quad (10)$$

Abban az esetben, ha a molekula egy szilárd tengely körül forog, azaz ha a molekulának nincs precessziós mozgása, (10)-ből az energia

$$E_1 = \frac{\mu}{2} [\dot{r}^2 + r^2 \dot{\varphi}^2 + (2\pi\nu)^2 (r - r_0)^2], \quad (10a)$$

mivel a koordinátarendszer célszerű megválasztásával $\vartheta = \frac{\pi}{2}$ írható. A tapasztalat szerint a kétatomú gázmolekula súlypont körüli forgása sok esetben tiszta forgásnak, egy szabadsági fokú forgásnak vehető.²

Az $r - r_0 = l$ értéket írva, a (10), (10a) alatti egyenletek a következőképpen írhatók:

$$E = \frac{\mu}{2} [\dot{l}^2 + (r_0 + l)^2 \dot{\varphi}^2 + (r_0 + l)^2 \sin^2 \vartheta \dot{\varphi}^2 + (2\pi\nu)^2 l^2], \quad (11)$$

$$E_1 = \frac{\mu}{2} [\dot{l}^2 + (r_0 + l)^2 \dot{\varphi}^2 + (2\pi\nu)^2 l^2], \quad (11a)$$

mivel 1. feltevésünk szerint r_0 változatlan.

3. §. A (11), illetőleg (11a) alapján bármelyik kétatomú gázmolekula forgása és atomainak harmonikus rezgése együttvéve egy μ tömegű, térbeli, illetőleg síkbeli quasi-elasztikus

¹ T. HEURLINGER: ZS. für Phys. 1. 85. (1920).

² A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 4. kiadás (1924), 9. fejezet. A. KRATZER: Ann. d. Phys. 71. 72. és 73. l. (1923).

oszcillátornak tekinthető, melynek egyensúlyi helye a koordináta rendszer kezdőpontjától állandó r_0 távolságban (a molekula atomainak normális távolságában) van. A μ tömeg az r_0 távolság mentén végez quasi-elasztikus rezgéseket, másfelől a μ tömeg, az r, r_0 távolságok forgó mozgást végeznek. A μ tömeg a molekula két atomtömegének redukált tömegével egyenlő (l. (5a)). A kétatomú gáz rotációs-rezgési entrópiájának meghatározása végett N ilyen μ tömegű, forgó és a jelzett módon quasi-elasztikusan rezgő molekulából álló rendszer entrópiáját kell kiszámítanunk.

A (10) alatti egyenletet derékszögű koordinátákban írva fel:

$$E = \frac{\mu}{2} \left[\frac{d(x_0 \pm x)^2}{dt^2} + \frac{d(y_0 \pm y)^2}{dt^2} + \frac{d(z_0 \pm z)^2}{dt^2} + (2\pi\nu)^2 (x^2 + y^2 + z^2) \right]. \quad (12)$$

(12)-ből a rezgési energia:

$$E_{\text{rez.}} = \frac{\mu}{2} [\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 + (2\pi\nu)^2 (x^2 + y^2 + z^2)].$$

Ennek az egyenletnek alapján¹ közvetlenül felírhatók a

$$q_1 = \frac{\partial E_{\text{rez.}}}{\partial p_1} \quad \dots \quad p_1 = - \frac{\partial E_{\text{rez.}}}{\partial q} \quad \dots \quad (13)$$

HAMILTON-féle mozgási kánon-egyenletek, ahol q_1, q_2, q_3 x -, y -, z -t, p_1, p_2, p_3 a megfelelő impulzus-koordinátákat jelöli. Hasonló HAMILTON-féle egyenletek írhatók fel a molekula forgására $E_{\text{rot.}}$ energiával. A HAMILTON-féle egyenletek invariánsok tetszőszerinti transzformációnál,² ezért (10), (10a) koordinátaiban is felírhatók. A HAMILTON-féle mozgási egyenletek segítségével bebizonyítható (LIOUVILLE-féle tétel), hogy a molekula helyhatározó és impulzus-koordinátaival meghatározott állapottér egyenlő térfogatú cellái egyenlő valószínűsűgűek.³ Ezekben az egyenlő valószínűsűgű cellákban számítandók az állapotvalószínűségek.

¹ L. pl. A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 4. kiadás (1924), 95. l.

² L. A. SOMMERFELD előbbi munkájának függelékében a 4. rész.

³ L. pl. M. PLANCK: Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung, 4. kiadás, 128., 129., 130. §-ok.

4. §. Az impulzus-koordináták (11), illetőleg (11a)-ból

$$p_l = \mu \dot{l}, \quad p_\vartheta = \mu (r_0 + l)^2 \dot{\vartheta}, \quad p_\varphi = \mu (r_0 + l)^2 \sin^2 \vartheta \dot{\varphi}, \quad (14)$$

illetőleg

$$p_l = \mu \dot{l}, \quad p_\varphi = \mu (r_0 + l)^2 \dot{\varphi}. \quad (14a)$$

Az impulzus-koordináták bevezetésével a (11) és (11a) alatti egyenlet:

$$E = \frac{1}{2\mu} \left[l^2 + \frac{p_\vartheta^2}{(r_0 + l)^2} + \frac{p_\varphi^2}{(r_0 + l)^2 \sin^2 \vartheta} \right] + \frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2} l^2, \quad (15)$$

$$E_1 = \frac{1}{2\mu} \left[p_l^2 + \frac{p_\varphi^2}{(r_0 + l)^2} \right] + \frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2} l^2. \quad (15a)$$

A (13)- és (15)-ből

$$p_\varphi = - \frac{\partial E}{\partial \varphi} = 0, \quad \text{azaz} \quad p_\varphi = \text{állandó}; \quad (16)$$

hasonló következtetés vonható a (15a) egyenlethől is.

A μ tömegű molekulák a (15), (15a) egyenletek szerint rendkívül kicsiny tágasságú tranzlációs mozgásokat, rezgéseket végeznek. A μ tömegű molekulákból álló rendszer entrópiájának meghatározásánál feltételezem a következőket: A tekintetbe vett kétatomú gáz molekuláinak az állapottérben való legvalószínűbb elosztódásánál egy bizonyos energiájú, pl. E és $E + dE$ végtelen kicsiny intervallumba eső molekulák között ahány molekulának a távolsága a koordinátarendszer kezdőpontjától: $r_0 + l$, ugyanannyi molekulának a távolsága: $r_0 - l$. Az előbbiek tehetetlenségi nyomatéka: $\mu (r_0 + l)^2$, az utóbbiaké: $\mu (r_0 - l)^2$. Ezt a feltevést tesszük a rezgési amplitudo minden közbeeső értékére. Következésképpen a (15a)-t tekintetbe véve (p_φ (16) szerint állandó), az E és $E + dE$ intervallumba eső, azaz az E energiájú molekulák rezgéseik folyamán a statisztikai vizsgálatoknál μr_0^2 tehetetlenségi nyomatékúaknak tekinthetők. A μr_0^2 közepes tehetetlenségi nyomaték bevezetésével (15a)-ban a rezgési impulzuskoordináta: p_l az egyenlet érvényességének megfelelőleg végtelen kis mértékben megváltozik. A közepes tehetetlenségi nyomaték alkalmazásával az $r - l_0$ és $r_0 + l$ távolságú molekulák rezgési impulzusai, a megfelelő p -ek közötti különbség eltűnik.

Ugyanezt a feltevést tesszük a precessziós mozgású molekulák, a (15) esetében is. A molekulák legvalószínűbb elosztódásánál az E és $E+dE$ végtelen kicsiny intervallumba eső molekulák között ahány molekulának a távolsága¹ a koordináta-rendszer kezdőpontjától $\sin^2 \vartheta$ mellett: r_0+l , ugyanannyi molekulának a távolsága megközelítőleg ugyanazon $\sin^2 \vartheta$ -nál: r_0-l . Tegyük ezt a feltevést a rezgési amplitudo minden közbeeső értékére. Akkor az E és $E+dE$ intervallumba eső molekulák rezgéseik alatt statisztikai szempontból μ_0^2 tehetetlenségi nyomatékúaknak tekinthetők. A μ_0^2 közepes tehetetlenségi nyomaték bevezetésével (15)-ben p_l és p_φ koordináták értéke az egyenlet érvényességének megfelelőleg végtelen kis mértékben módosul.

Feltevésünk szerint írhatjuk tehát (15) helyett

$$E = \frac{I \dot{l}^2}{2\mu} + \frac{p_\varphi^2}{2I} + \frac{p_\varphi^2}{2I \sin^2 \vartheta} + \frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2} l^2, \quad (17)$$

$\mu_0^2 = I \cdot l$ írva a közepes tehetetlenségi nyomaték értékeül. Erről a feltevésről a szalagos színeképek finom szerkezetére vonatkozó vizsgálatoknál természetesen nem lehet szó. Az eredeti molekula tehetetlenségi nyomatéka az atomok nyugalma esetén, az (5a) alatti egyenletek tekintetbevételével:

$$I_1 = m_1 r_1^{02} + m_2^{02} = \mu_0^2 = I,$$

tehát egyenlő a μ tömegű molekula közepes tehetetlenségi nyomatékával.²

A (15) és (17) alatti, ugyanazon E energiának megfelelő állapotter-részek nem egyeznek egymással teljesen. (A (15)-nek megfelelő állapotter-részt az eddigi eljárásokkal, újabb feltevések nélkül nem tudjuk kiszámítani, a (17)-nek megfelelő állapotter-résről részletesen dolgozatom II. részében lesz szó. A (15)-nek

¹ A dE intervallum határainak kicsiny kitolásával az intervallumba rendkívül sok molekula esik s e molekulák nagy megközelítéssel E energiájúaknak vehetők.

² A szalagos színeképekre vonatkozó vizsgálatokban, ahol az atomok egyensúlyi helyeinek változásai és jelentékeny anharmonikus rezgések is tekintetbe vannak véve, a molekulák tehetetlenségi nyomatékainak középértéke különbözik az atomok nyugalmiának megfelelő tehetetlenségi nyomatéktól.

megfelelő állapotter-rész egyenlő térfogatú cellái az előbbieket szerint egyenlő valószínűségűek. Feltehető, hogy a (17)-hez tartozó állapotter-rész cellái is egyenlő valószínűségűek, mivel a közepes tehetetlenségi nyomaték bevezetésével az összes különböző energiájú molekulákra egyező értelmű megállapításokat tehetünk. Az egyenlő valószínűségű cellákra pedig a valószínűség-számítás alkalmazható, függetlenül az eredeti állapotter-rész nagyságától és alakjától.

5. §. A SOMMERFELD-féle quantum-feltételek azokban a meghatározó és impulzus-koordinátákban alkalmazhatók, amelyekkel a feladatunkhoz tartozó HAMILTON-JACOBI-féle differenciálegyenlet a változók elkülönítése által integrálható.¹ Ha a (17) alatti egyenletben a

$$p_l = \frac{\partial S}{\partial l}, \quad p_\vartheta = \frac{\partial S}{\partial \vartheta}, \quad p_\varphi = \frac{\partial S}{\partial \varphi} \quad (18)$$

egyenletekkel bevezetjük az S karakterisztikus függvényt vagy hatásfüggvényt, kapjuk feladatunk következő HAMILTON-JACOBI-féle differenciálegyenletét:

$$E = \frac{1}{2\mu} \left(\frac{\partial S}{\partial l} \right)^2 + \frac{1}{2I} \left(\frac{\partial S}{\partial \vartheta} \right)^2 + \frac{1}{2I \sin^2 \vartheta} \left(\frac{\partial S}{\partial \varphi} \right)^2 + \frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2} l^2. \quad (19)$$

Ez az egyenlet az l , ϑ , φ változókban elkülöníthető, azaz az S függvény három oly részre bontható, amelyeknek mindegyike csak egy változótól függ, vagyis:

$$S = S_1(l) + S_2(\vartheta) + S_3(\varphi). \quad (20)$$

A (18) alatti harmadik egyenlethől, mivel p_φ állandó,

$$S_3(\varphi) = p_\varphi \varphi,$$

tehát

$$S = S_1(l) + S_2(\vartheta) + p_\varphi \varphi. \quad (20a)$$

¹ A HAMILTON-JACOBI-féle differenciálegyenletre és a változók elkülönítésére vonatkozólag l. A. SOMMERFELD: *Atombau und Spektrallinien* (4. kiadás) függelékében a 7. részt. Vagy M. PLANCK: *Einführung in die Allgemeine Mechanik*, 3. kiadás (1921), 128a., 128b., 128c., 128d. §-ait.

A (19)-, (20a)-ból kapjuk S_1 és S_2 számára a következő differenciálegyenleteket:

$$\frac{1}{2\mu} \left(\frac{dS_1}{dl} \right)^2 + \frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2} l^2 - E = -a \quad (21)$$

és

$$\frac{1}{2I} \left(\frac{dS_2}{d\vartheta} \right)^2 + \frac{p_\varphi^2}{2I \sin^2 \vartheta} = a, \quad (21a)$$

ahol a állandó. A (20a) által, tehát a változók elkülönítése által feladatunk HAMILTON-JACOBI-féle differenciál-egyenlete integrálható. Az l , ϑ , φ koordinátákban tehát a SOMMERFELD-féle quantum-feltételek alkalmazhatók. E quantum-feltételek a (18), (20a), (21), (21a) figyelembevételével a következők:

$$\left. \begin{aligned} \oint p_l dl &= \sqrt{2\mu} \oint \sqrt{E - a - \frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2} l^2} dl = n_1 h, \\ \oint p_\vartheta d\vartheta &= \oint \sqrt{2Ia - \frac{p_\varphi^2}{\sin^2 \vartheta}} d\vartheta = n_2 h, \\ \oint p_\varphi d\varphi &= n_3 h, \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

ahol n_1 , n_2 , n_3 pozitív egész számok, h a PLANCK-féle hatás-mennyiség. Az integrálásnál a változók azon értéktartományt futják be, amely a rendszer állapotainak egyértékű meghatározásához tartozik. Az első egyenletben az integrálás l_{\min} -től l_{\max} -ig halad és vissza l_{\min} -ig; a 2. egyenletben ϑ_{\min} -től ϑ_{\max} -ig és vissza ϑ_{\min} -ig. Az integráljelre rajzolt kör az integrációs út zárt jellegét tünteti fel. A 3. egyenletben φ 0-tól 2π -ig változik s mivel (16) szerint p_φ állandó

$$\oint p_\varphi d\varphi = 2\pi p_\varphi = n_3 h. \quad (23)$$

6. §. A (22) alatti első és második egyenletben levő integrálást a SOMMERFELD-féle eljárással,¹ komplex integrációval végezzük el a következőképen:

¹ A. SOMMERFELD: Phys. ZS. 17. 500. (1916) vagy SOMMERFELD: Atom-bau und Spektrallinien függelékében a 6. rész.

$$\oint p_l dl = \sqrt{2\mu} \oint \sqrt{A + B l^2} dl, \quad (24)$$

ahol

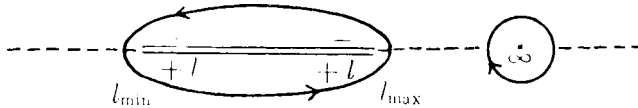
$$A = E - u, \quad B = -\frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2}.$$

A mozgás folyamán l a haladás irányát (növekedését vagy fogyását) csak oly helyeken változtathatja meg, amely helyeken $p_l = 0$.

Az integrálás határait: l_{\min} - és l_{\max} -ot tehát a következő négyzetes egyenlet gyökei határozzák meg:

$$A + B l^2 = 0. \quad (25)$$

Az l_{\min} és l_{\max} tehát a (24)-ben levő gyökmennyiség elágazó helyei. Az l_{\min} és l_{\max} között húzzunk egy elágazási metszetet a komplex l síkban, legyen e metszetenek pozitív és negatív partja (l. 1. ábra). A quantum-feltételek (az n számok) pozitív



1. ábra.

jellege miatt a négyzetgyök előjele pozitív dl -nél, a metszet alsó partján pozitív, negatív dl -nél, a metszet felső partján negatív. Ezekből az előjel megállapításokból következik, hogy a négyzetgyök a komplex l sík reális tengelyének a metszeten kívül eső részén imaginárius, és pedig negatív imaginárius $l < l_{\min}$, pozitív imaginárius $l > l_{\max}$ esetben. Az elágazási metszet pozitív partjáról ugyanis 180° -nyi negatív, illetőleg pozitív fordulással jutunk az l_{\min} , illetőleg l_{\max} elágazási pont körül a reális tengely $l < l_{\min}$, illetőleg $l > l_{\max}$ pontjához. Ezzel az elfordulással $\sqrt{A + B l^2}$ -ből $\sqrt{e^{-i\pi}} \sqrt{A + B l^2}$, illetőleg $\sqrt{e^{+i\pi}} \sqrt{A + B l^2}$ lesz, $e^{-\frac{i\pi}{2}}$ pedig $-i$ -vel, $e^{+\frac{i\pi}{2}}$ $+i$ -vel egyenlő.

A (24)-ben az integrációs utat alakítsuk át az integráljel alatti kifejezés szinguláris helyei körül haladó úttá (1. ábra). (24)-ben csak az $l = \infty$ szinguláris hely és mivel az átalakított

integrációs út a szinguláris helyet negatív értelemben futja körül, a residu tétel szerint:

$$\oint \sqrt{A + Bl^2} dl = -2\pi i R_\infty. \quad (26)$$

A végtelen távoli pont körüli residu: R_∞ kiszámítása végett legyen (26)-ban $l = \frac{1}{s}$, e helyettesítéssel nyert kifejezést fejtsük sorba s növekvő hatványai szerint. $\frac{1}{s}$ együtthatója adja R_∞ értékét. Az integráljel alatti kifejezés sorba fejtvé:

$$-\frac{ds}{s^3} \sqrt{As^2 + B} = -\frac{ds}{s^3} \left(\sqrt{B} + \frac{1}{2} \frac{As^2}{\sqrt{B}} + \dots \right), \quad (27)$$

ahol \sqrt{B} az előbbiek szerint pozitív imaginárius, (24) szerint $i(2\pi\nu) \sqrt{\frac{\mu}{2}}$. Tehát

$$R_\infty = -\frac{A}{2\sqrt{B}}. \quad (28)$$

Következőleg (22), (24) és (26) szerint

$$\sqrt{2\mu} \oint \sqrt{A + Bl^2} dl = -\frac{E - a}{\nu} = n_1 h \quad (29)$$

és

$$E - a = n_1 h\nu. \quad (29a)$$

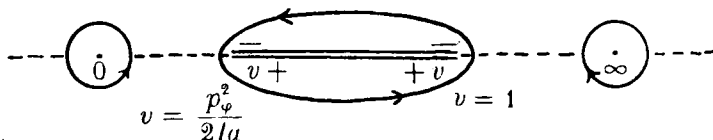
A (22) alatti második quantum-feltétel kiszámítása végett legyen $v = \sin^2 \vartheta$, akkor

$$\begin{aligned} \oint p_\vartheta d\vartheta &= \oint \sqrt{\frac{2Iav - p_\varphi^2}{1-v}} \frac{dv}{v} = \\ &= \sqrt{2Ia} \oint \sqrt{\frac{v - \frac{p_\varphi^2}{2Ia}}{1-v}} \frac{dv}{v}. \end{aligned} \quad (30)$$

A ϑ szerinti integrálás ϑ_0 -tól $\pi - \vartheta_0$ -ig és vissza $\pi - \vartheta_0$ -tól ϑ_0 -ig halad, $\sin^2 \vartheta_0$ kifejezhető a (21a)-ból

$$\sin^2 \vartheta_0 = \frac{p_\varphi^2}{2Ia}.$$

Ezért az integráció a v síkban $\frac{p_\varphi^2}{2Ia}$ -tól halad $v=1$ elágazási pontig és innen vissza $\frac{p_\varphi^2}{2Ia}$ -ig (l. 2. ábra). A v bevezetésénél a nevezőben fellépő 2 eltűnik, mivel a v síkban számítandó zárt integrál kétszer veendő; $v = \sin^2(\pi - \vartheta_0) = \frac{p_\varphi^2}{2Ia}$ -nál már zárt



2. ábra.

lesz az integrál. Az integrációs utat az integráljel alatti kifejezés szinguláris helyei: $v=0$ és $v=\infty$ körül haladó úttá alakítva át

$$\oint \sqrt{v - \frac{p_\varphi^2}{2Ia}} \frac{dv}{1-v} = -2\pi i (R_0 + R_\infty). \quad (31)$$

A $v=0$ -hoz tartozó residu: R_0 , a sorfejtésben $\frac{1}{v}$ együtthatója közvetlenül felírható (31)-ből

$$R_0 = \frac{-i p_\varphi}{\sqrt{2Ia}}, \quad (32)$$

a gyök előjelére vonatkozó megállapításokat is figyelembe véve. $v = \frac{1}{s}$ helyettesítés után, a gyökjel alatti mennyiség nevezőjét osztva a számlálólóval, kapjuk a

$$\frac{-ds}{s} \left[-1 + \left(1 - \frac{p_\varphi^2}{2Ia} \right) s + \dots \right]^{-\frac{1}{2}}$$

kifejezést. Ebből a végtelen távoli ponthoz tartozó residu, mivel az elágazási metszet pozitív partjáról pozitív fordulással jutunk a $v=1$ elágazási pont körül a végtelen távoli ponthoz:

$$R_\infty = \frac{-1}{e^{+\frac{i\pi}{2}}} = +i. \quad (33)$$

Ennélfogva (22), (30), (31), (32), (33) alapján:

$$\oint p_s d\vartheta = 2\pi (\sqrt{2Ia} - |p_\varphi|) = n_2 h. \quad (34)$$

(23)-ból $p_\varphi = \frac{n_3 h}{2\pi}$ -t írva és (34)-ből a -t kiszámítva

$$a = \frac{h^2}{8\pi^2 I} (n_2 + |n_3|)^2. \quad (35)$$

(29a) és (35) összeadásával kapjuk az (n_1, n_2, n_3) cellában a molekulák quantumos energiáját:

$$E_{n_1 n_2 n_3} = n_1 h\nu + \frac{h^2}{8\pi^2 I} (n_2 + |n_3|)^2. \quad (36)$$

7. §. A (2) alatti szabad energia (36) felhasználásával:

$$F = -RT \ln \sum_{n_1=0}^{\infty} \sum_{n_2=0}^{\infty} \sum_{n_3=0}^{\infty} e^{-\frac{n_1 h\nu}{kT} - \frac{h^2 (n_2 + n_3)^2}{8\pi^2 I kT}}, \quad (37)$$

mivel jelen esetben a molekula három szabadsági foka inkohärens s inkohärens szabadsági fokok esetében az állapotter cellái egyenlő térfogatúak,¹ tehát $p_{n_1 n_2 n_3} = 1$, R az abszolút gázállandót jelenti. Az n_2 -ra és n_3 -ra vonatkozó összegezés egyszeres összegezésre redukálható. A kétszeres összegben néhány tag felírásával igazolható, hogy

$$\sum_{n_2=0}^{\infty} \sum_{n_3=0}^{\infty} e^{-\sigma (n_2 + n_3)^2} = \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) e^{-\sigma n^2}, \quad (38)$$

ahol

$$\sigma = \frac{h^2}{8\pi^2 I kT}. \quad (39)$$

Tehát

$$F = -RT \ln \sum_{n_1=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) e^{-\varepsilon n_1 - \sigma n^2}, \quad (40)$$

$$\varepsilon = \frac{h\nu}{kT} \quad (41)$$

¹ L. M. PLANCK : Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 17. 441. (1915).

helyettesítéssel. Hogy magas hőmérsékletnél (40) értékét kiszámíthassuk, írjuk a következő módon

$$F = -RT \ln \sum_{n_1=0}^{\infty} e^{-\varepsilon n_1} \left[\sum_{n=0}^{\infty} (n + \frac{1}{2}) e^{-\sigma n^2} + \frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\sigma n^2} \right]. \quad (40a)$$

Magas hőmérsékletnél ($\varepsilon \ll 1$, $\sigma \ll 1$) szomszédos tagokban az exponenciális függvények rendkívül kis mértékben különböznek egymástól, az első és harmadik helyen álló Σ integrállal helyettesíthető. A második helyen álló Σ -ban

$$n + \frac{1}{2} = \frac{(n+1)^2 - n^2}{2} = \int_n^{n+1} \frac{dn^2}{2}$$

értéket írhatunk, tehát ez az összeg is integrállal írható. Így

$$F = -RT \ln \int_0^{\infty} e^{-\sigma n_1^2} dn_1 \left(\frac{1}{2} \int_0^{\infty} e^{-\sigma n^2} dn^2 + \frac{1}{2} \int_0^{\infty} e^{-\sigma n^2} dn \right). \quad (40b)$$

Az integrálok kiszámításával¹

$$\begin{aligned} F &= -RT \ln \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{1}{2\sigma} + \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{\sigma}} \right) = \\ &= -RT \ln \frac{1}{2\varepsilon\sigma} \left(1 + \frac{1}{2} \sqrt{\pi\sigma} \right). \end{aligned} \quad (40c)$$

A zárójeles kifejezés logaritmusa elhanyagolható,² következésképpen (39), (41) tekintetbevételével

$$F = -RT \ln \frac{4\pi^2 I (kT)^2}{h^3 \nu}. \quad (40d)$$

A rotációs-rezgési entrópia tehát:

¹ A következő integrálformulák alapján:

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} x^k e^{-tx} dx &= \frac{k!}{t^{k+1}}, \quad \int_0^{\infty} x^{2k+1} e^{-tx^2} dx = \frac{k!}{2t^{k+1}}, \\ \int_0^{\infty} x^{2k} e^{-tx^2} dx &= \frac{1}{t^k \sqrt{t}} \frac{(2k)! \sqrt{\pi}}{2^{2k+1} k!}, \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots \end{aligned}$$

² L. a 161. oldal 2. lábjegyzetét.

$$S = - \frac{dF}{dT} = R \ln \frac{4\pi^2 I (kT)^2}{h^3 \nu} + 2R, \quad (41)$$

azaz

$$S = R \ln \frac{4\pi^2 e^3 I (kT)^2}{h^3 \nu}. \quad (41a)$$

II. A rotációs-rezgési entrópia kiszámítása az állapot-valószínűség közvetetlen meghatározása alapján.

1. §. Egy k energiájú rendszer entrópiája, PLANCK¹ új statisztikai entrópia-definíciója szerint, a következőképpen értelmezendő:

$$S = k \ln P, \quad (42)$$

ahol P a rendszer különböző stacionárius állapotainak számát jelöli, tehát a rendszer állapot-valószínűségét fejezi ki. Ennek a meghatározásnak az a nagy előnye az eddigi entrópia-definíciókkal szemben, hogy független az egyenlő valószínűségű állapotok értelmezésétől, a különböző valószínűség-számítási alkalmazásoktól.

A kétatomú gáz rotációs-rezgési entrópiájának meghatározása véget az N számú, μ tömegű, forgó és a 164. oldalon jelzett módon quasi-elasztikusan rezgő molekulából álló rendszer különböző stacionárius állapotainak számát kell kiszámítanunk.

A különböző stacionárius állapotok számának meghatározását «A két- és többatomú gázok rotációs entrópiája» című dolgozatom² III. részében adott, a TETRODE-féle definíciónak³ megfelelő eljárással könnyen végezhetjük. A gáz valamely stacionárius állapotánál az egyes, 3 szabadsági fokú molekulák állapottereiben az állapotpontok feltevésünk szerint a h^3 nagyságú celláknak csak egyes helyein lehetnek. A tekintetbe vett k energiájú gáz összes stacionárius állapotainak számát úgy kapjuk, hogy valamely stacionárius állapotból kiindulva az e stacionárius állapotához tartozó molekulacellák térfogatainak szor-

¹ M. PLANCK: Berliner Ber. 442. I. 1925; ZS. für Phys. 35. 155. (1925).

² SZÉLL K.: Mat. és Természettud. Értesítő. 43. k. 30-50. I. 1926.

³ H. TETRODE: Ann. d. Phys. 38. 434. (1912).

zatát vesszük, e szorzatot az összes lehetséges stacionárius állapotokra vonatkozólag összegezzük és mindenik molekulánál elosztjuk h^3 -val, azaz összesen h^{3N} -nel. A lehetséges stacionárius állapotok száma tehát:

$$P = \frac{1}{h^{3N}} \int \dots dl_1 d\vartheta_1 dp_{\vartheta_1} \dots dp_{l_1} dp_{\vartheta_1} dp_{\varphi_1} \dots, \quad (43)$$

ahol az 1-es index az 1-es számú molekulára vonatkozik, az integráció kiterjesztendő a koordináták mindamaz értékeire, melyek az E energiájú makroszkópikus állapotnak megfelelnek. A (43) alatti egyenletet úgy is értelmezhetjük — ami a Tetrode-féle definíciónak felel meg —, hogy az N molekulából álló gáz $6N$ méretű állapotterében az illető állapotnak megfelelő térrészt h^{3N} nagyságú cellákra osztjuk és e cellák száma adja a lehetséges stacionárius állapotok számát.

2. §. (17) és (43) alapján $\bar{p}_\varphi = \frac{p_\varphi}{\sin \vartheta}$ helyettesítéssel a

$$\Sigma E = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \left[\frac{1}{\mu} p_{in}^2 + \frac{p_{\vartheta n}^2}{I} + \frac{\bar{p}_{\varphi n}^2}{I} + \mu (2\pi\nu)^2 l_n^2 \right] \quad (44)$$

és a

$$\begin{aligned} \Sigma E + \Delta \Sigma E = & \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \left[\frac{1}{\mu} p_{in}^2 + \frac{p_{\vartheta n}^2}{I} + \frac{\bar{p}_{\varphi n}^2}{I} + \mu (2\pi\nu)^2 l_n^2 \right] + \\ & + \frac{1}{2} \Delta \left\{ \sum_{n=1}^N \left[\frac{1}{\mu} p_{in}^2 + \frac{p_{\vartheta n}^2}{I} + \frac{\bar{p}_{\varphi n}^2}{I} + \mu (2\pi\nu)^2 l_n^2 \right] \right\} \end{aligned} \quad (45)$$

energia közötti stacionárius állapotok száma:

$$P = \frac{(4\pi)^N}{h^{3N}} \int \dots dl_1 \dots dp_{l_1} dp_{\vartheta_1} d\bar{p}_{\varphi_1} \dots \quad (46)$$

A (44) által adott ellipszoid-felület és a tőle rendkívül kicsiny távolságban fekvő, (45) által meghatározott ellipszoid-felület között integrálva

$$P = \left(\frac{4\pi}{h^3} \right)^N \frac{\Delta V}{\Delta E} \Delta E, \quad (47)$$

ahol V a (44) által megadott $4N$ méretű ellipszoid térfogatát jelenti.¹ A (47) alatti értéket kiszámítva:

$$P = \frac{\left(\frac{4\pi}{h^3}\right)^N \sqrt{\pi^{4N}} (\sqrt{2\mu})^N (2I)^N \left(\sqrt{\frac{2}{\mu}} \frac{1}{2\pi\nu}\right)^N 2^N (\Sigma E)^{2N-1} \Delta E}{\Gamma(2N+1)} \quad (48)$$

Magas hőmérsékletnél a statisztikai mechanika törvényei szerint (a helyzeti energia is quadratikussá válik l -ben):

$$\Sigma E = 2kNT.$$

A $\ln P$ kifejezésében ΣE -nek $2N-1$ -ik hatványa helyett $2N$ -ik hatványa, $\frac{2N}{\Gamma(2N+1)} = \frac{1}{(2N)!}$ ($\Gamma(2N+1) = (2N)!$) írható, ΔE a T^{2N} mellett elhanyagolható, következésképpen a rotációs-rezgési entrópia:

$$S = k \ln \frac{(8\pi^2)^N e^{2N} I^N (kT)^{2N}}{(h^3\nu)^N}, \quad (49)$$

$$S = R \ln \frac{8\pi^2 e^2 I (kT)^2}{h^3\nu}. \quad (49a)$$

A (49a) levezetésénél negatív előjelű \bar{p}_q -k, illetőleg negatív p_q -k $\left(\bar{p}_q = \frac{p_q}{\sin \vartheta}\right)$ is szerepelnek, mivel a (44) alatti $4N$ méretű ellipszoidnál, a \bar{p}_{qm} koordinátáknál a negatív fél főtengely is szerepel. (23) szerint negatív p_q negatív forgást jelent. A PLANCK-féle felfogásnak² megfelelően csak pozitív forgást, pozitív p_q -ket veszünk tekintetbe. E végből a (44) alatti ellipszoidnak (48)-ban szereplő térfogatában mindenik \bar{p}_q -nél osztani kell 2-vel, tehát összesen 2^N -nel. Következésképpen a rotációs-rezgési entrópia:

$$S = R \ln \frac{4\pi^2 e^2 I (kT)^2}{h^3\nu}, \quad (49b)$$

¹ Az f méretű ellipszoid térfogata közvetlenül felírható az f méretű, r sugarú gömb térfogatának következő értékéből:

$$K_g = \frac{V \pi^2 r^f}{\Gamma\left(\frac{f}{2} + 1\right)}.$$

L. pl. P. H. SCHOUTE: Mehrdimensionale Geometrie, Sammlung Schubert, 1905, II. k. 289. l.

² M. PLANCK: Ann. d. Phys. 50. 390., 394. (1916).

megegyezőleg a (41a) alatti egyenlettel.¹ A rotációs-rezgési entrópia ez értéke $R \ln \frac{ekT}{2h\nu}$ -vel nagyobb a rotációs entrópia értékénél.²

A (49b) kísérleti adatokkal csak akkor lesz összehasonlítható,³ ha a gőznyomás megfelelő egyenletében, amelyben (49b) entrópia-állandója is szerepel, az összes jellemző tényezők, ezek között a tehetetlenségi nyomaték és a különböző hőmérsékleteknek megfelelő atom rezgésszámok is pontosan ismeretesek.⁴

¹ Ha a (37)-ben negatív p_q -ket is tekintetbe veszünk, mint (49a) levezetésénél, a kétszeres összegben néhány tag felírásával igazolható, hogy

$$\sum_{n_2=0}^{\infty} \sum_{n_3=-\infty}^{+\infty} e^{-\sigma(n_2+n_3)^2} = \sum_{n=0}^{\infty} (2n+1) e^{-\sigma n^2},$$

tehát (37) helyett írhatjuk

$$F = -RT \ln \sum_{n_1=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} (2n+1) e^{-\epsilon n_1 - \sigma n^2}.$$

Magas hőmérsékletnél ($\epsilon \ll 1$, $\sigma \ll 1$)

$$F = -RT \ln \int_0^{\infty} e^{-\epsilon n_1} dn_1 \int_0^{\infty} e^{-\sigma n^2} dn^2,$$

$$F = -RT \ln \frac{8\pi^2 I (kT)^2}{h^3 \nu}$$

és

$$S = R \ln \frac{8\pi^2 c^2 I (kT)^2}{h^3 \nu},$$

megegyezőleg (49a)-val.

² A kétatomú gázok rotációs entrópiáját l. e sorok írójának a Math. és Természettud. Értesítő 43. kötetében (30–50. l.) (1926) megjelent dolgozatában.

³ Az egy-, illetőleg kétatomú gázok abszolút entrópiájának és kémiai állandójának a kísérleti adatokkal való összehasonlítását l. W. NERNST: Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes, 1918, 143. l., illetőleg A. EUCKEN, E. KARWAT und F. FRIED: ZS. für Phys. 29. 1. (1924).

⁴ Egyes esetekben az atom rezgésszámokat a szalagos színeképre vonatkozó vizsgálatok kisebb-nagyobb pontossággal már megállapították. L. pl. A. KRATZER: ZS. für Phys. 3. 289. 1920; Ann. d. Phys. 71. 72. (1923).

Összefoglalás.

A molekulák atomainak redukált tömege bevezetésével magas hőmérsékletnél számítottam a kétatomú gázok rotációs-rezgési entrópiáját azzal a feltevéssel, hogy az atomok rendkívül kicsiny harmonikus rezgéseket végeznek s hogy e statisztikai vizsgálatokban a molekulák különböző tehetetlenségi nyomatékainak egy középértékét vehetjük. A SOMMERFELD-féle quantum-feltételek alapján számított szabad energia segítségével és a közvetlen állapot-valószínűség meghatározásával nyert rotációs-rezgési entrópiá-értékek egymással egyenlők.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1926 november 8.-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE ABSOLUTE ENTROPIE DER ZWEIATOMIGEN GASE VON NICHT STARREN MOLEKELN.

Von KOLOMAN SZÉLL.

Es wird die aus der Rotation der Molekeln und den in den Molekeln bei hinreichend hoher Temperatur auftretenden Schwingungen herrührende Entropie: die Rotations-schwingungs-entropie bei hoher Temperatur unter den folgenden Voraussetzungen berechnet: 1. Die Atomkerne in den Molekeln des zweiatomigen Gases führen ausserordentlich kleine harmonische Schwingungen aus. Die infolge der Rotation eintretenden Veränderungen in den Gleichgewichtslagen der schwingenden Atomkerne der Molekeln und die Schwingungszahländerungen werden ausseracht gelassen. 2. Wir können mit einem Mittelwert der verschiedenen Trägheitsmomente der Molekeln rechnen. 3. Die Kohäsionskraft zwischen den Molekeln ist verschwindend klein. 4. Von den Veränderungen der Anordnungen der Elektronen in den Molekeln wird abgesehen.

Die Werte der mit Hilfe der auf Grund der Sommerfeldschen Quantenbedingungen bestimmten freien Energie berechnet und der mit unmittelbarer Bestimmung der Zustandswahrscheinlichkeit gefundenen Rotationsentropie sind miteinander gleich.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 8. November 1926.)

BÉCS FÖLDRAJZI HELYZETE.

CHOLNOKY JENŐ 1.-tagtól.

Régóta próbálkozunk annak a kérdésnek megoldásával, hogy miért lett valamelyik város nagyvárossá s miért maradt a másik, közelében, vagy hasonló tájékon fekvő emberi telep mindig csak jelentéktelen falu.

A kérdés megoldásának kísérleteit az jellemzi, hogy lassankint megszoktunk néhány frázist használni ilyenkor s ezzel ez a probléma ellaposodott, unalmassá vált s nem foglalkoztunk vele behatóbban.

Az egyik ilyen frázis például az, hogy X város azért lett nagy város, mert nevezetes utak keresztező pontján fekszik. Ezzel próbálták Bécs földrajzi helyzetét is jellemezni s Bécs történelmi jelentőségét megmagyarázni.¹

¹ L. pl. A. PENCK: Die geographische Lage von Wien. Schriften d. Ver. zur Verbr. naturw. Kenntnisse in Wien XXXV. Bd. 1894—95. 675—706. oldal. Ugyanerre az eredményre jut, a régibb irodalmat gondosan áttekintve E. OBERHUMMER is: Die geogr. Lage von Wien c. értekezésében (Wien, sein Boden und seine Geschichte; Wien, 1924. Wolfrum-Verlag).

OBERHUMMER nagyon tévesen gondolja, hogy Orleans éppen olyan nagyjelentőségű fővárossá fejlődött volna, mint Párizs, ha véletlenül CAPET HUGÓ nem Párizsban, hanem Orleansban állította volna föl uralkodói székhét. (Id. h. 115. old.) Ez több okból tévedés. Először is CAPET H. azért választotta Párizst, mert ennek helyzete sokkal jobb, mint Orleansé; ezt kétségtelenül nem tudományos okoskodás alapján, hanem egyszerűen józan eszénél fogva tette, mert Párizs gazdagabb volt, mint Orleans s mert Párizs stratégiai és közigazgatási szempontból sokkal jobban fekszik, mint Orleans.

De azonkívül Orleansból sohasem lett volna Párizs. Párizst nem azért építették oda a Szajna partjára, mert ott az Isle-de-France sziget az átke-

Az útkereszteződésnek tulajdonított nagy jelentőséget kétségbe kell vonnunk. Csajág-Röcsöge állomáson túl keresztezi egymást a M. Á. V. balatonparti vonala és a Veszprém-dombovári vasútvonal. Az előbbi felüljáróval (híddal) megy el a másik fölöött. Még csak őrház sincs ezen a helyen; a vonatok keresztül robognak egymás fölött. Mindkettő teljesen idegen, röpke tünény ezen a vidéken.

lést megkönnyítette. A sziget csak az átgázolható folyón való átkelést könnyíti meg; ahol kompon vagy hídon kell átkelnünk, ott a sziget csak akadály. Ezt Budapestre nézve könnyű volt kimutatni, megtette már SALAMON FERENC is.

Párizs típusa a gazdasági centrumoknak, a párizsi medencének szinte pontosan a kellős közepén, nem geometriailag, hanem szerkezetileg. A Szajna vízi útja nem az üres Atlanti-Óceán felé vezet, mint a Loireé, hanem Britannia partjai felé. Ha CAPET HUGÓ Orleansba tette volna székhelyét, olyan adminisztratívus centrum lett volna belőle, mint Washington az Unióban, de a gazdasági élet a természetes centrumban, Párizsban fejlődött volna ki, mint ahogy az Unióé New-Yorkban, vagy Skótországa Glasgowban, Spanyolországé Barcelonában, Olaszországa Nápolyban és Milanóban, pedig Róma királyi és pápai székhely!

Salzburg jelentőségét éppen fordítva hibázta el OBERHUMMER. Salzburg nem azért lett jelentékeny város, mert itt a hegyekre jól védhető, középkori várakat lehetett fölépíteni! Van az Osztrák-Örökös-Tartományokban annyi hegy, amire várat lehet építeni, hogy meg se lehet olvasni. De a Salzach-folyón itt van az egyetlen, könnyű átkelő hely Halleintől egészen a folyó torkolatáig! Halleinnél lép ki a folyó a síkságra s innen kezdve alsó-szakasz jellegű s annyira elfajult, hogy ezen a 70 km hosszú szakaszon csak Salzburgnál megy át rajta az egyetlen vasúti vonal! Rettenetesen elfajult erdőkkel borított (Auwälder) ártere népeket elválasztó, jó határ lett. Bajorország és Salzburg közt a folyó a határ.

Salzburgnál azonban a szigetszerű hegyek közt a folyó egyetlen mederben, nagy eséssel rohan tova, tehát könnyű rajta átkelni. Az utak mind ide centralizálódnak. Kereskedelem is fejlődik ki, mert hisz vásárhely: a nagy Salzach és Saalach völgyének nyílásában fekszik, a salzkammerguti sókereskedelem közizgazgatásának centruma!

Persze, hogy a hegyekre várat épített egyrészt a város népe mentsvárul, másrészt a földesúr, a népen uralkodó papság és előkelőség.

Nagy tévedés Bécs jelentőségét azzal kisebbiteni, hogy a BABENBERGER Melkből Tullnon át fokozatosan tolták előre várukat s végül is ez Bécsben «megrekedt» («haften geblichen»), különben nem lett volna Bécsből semmi. Dehát miért rekedt itt meg? Miért nem ment tovább? Itt van a kérdés geográfikuma, amire OBERHUMMER válaszolni nem tud.

Utak keresztezik egymást minduntalan. Sokszor csak útmutató áll ezen a helyen, emberi lakot nem látni a közelben. A vasúti «gócpontok» néha semmiféle hajlandóságot sem mutatnak arra, hogy nagyvárossá fejlődjenek (Dombóvár, Zákány, Szajol, Tövis stb.). Viszont meg világos, hogy minden nagy város önmagát teszi vasúti gócponttá. Ezt a szerencsétlen «gócpont» kifejezést a földrajzi tankönyvek honosították meg irodalmunkban.

Mielőtt az útvonalak és a rajtuk kifejlődő utak kérdését behatódobban vizsgálat alá vennénk, mindenekelőtt néhány más fogalmat kell tisztáoznunk.

Ha valamely helyen az emberi szükségleteket könnyebb kielégíteni, mint a szomszédos vagy környékbeli helyeken, akkor ezen a helyen több ember telepszik le, mert több is tud megélni. Valamely földrajzi helynek ezt a tulajdonságát *földrajzi energiának* nevezzük. Ez az energia lehet *helyi* vagy *helyzeti energia*. A helyi energia az illető hely egyéni tulajdonsága. Valamit lehet ott termelni, vagy valaminek az értékét lehet ott emelni, amit a szomszédos környezetben nem lehet. Esetleg az illető helyen a védelem és kényelem szükségleteit tudjuk jobban kielégíteni, mint a szomszédos környezetben. A bányahelyeknek helyi energiája van. A vízesésekben rejlő munkaerő szintén helyi energia.

A helyzeti energia valamely helynek a szomszédos helyek közt elfoglalt helyzetéből következik.

Olyanformán magyarázhatnók ezt, hogy a nagy város területén levő üzleteket hasonlitsuk össze. Az egyik üzlet többet érhet, mint a másik, 1. mert több és értékesebb áru van benne, 2. mert olyan helyen fekszik, ahol többet vásárolnak, tehát nagyobb a forgalom. A teljesen hasonló módon felszerelt két illatszer-kereskedés közül sokkal többet ér az, amelyik a Kossuth Lajos-utcában van, mint az, amelyik a külső József-város valamelyik utcájában van.

Ezek a fogalmak a közgazdaságtanban jól ismeretesek, de a földrajzi helyek energiájának magyarázatára nem helyesen szokták alkalmazni.

Az energiák kérdésének vizsgálatakor a legnagyobb óvatos-

sággal és a leggondosabb tárgyilagossággal kell eljárunk. A térképen húzhatunk vonalakat s jelölhetünk ki utakat, de kérdés, hogy a valóságban fejlődhetik-e ezeken az útvonalakon áruszállítás? Sajnos, a városok földrajzi helyzetének tanulmányozása rendszeren a szobában, a térképen folyik, holott a térkép az élet-ről kevés fogalmat nyújt. Így aztán kétféle tévedés szokott előállni.

Először helytelenül jelölünk meg útvonalakat és kereszteződések s ilyeneknek kijelölésével útját vágjuk annak, hogy a kérdést tovább tanulmányozzuk.

Másodszor pedig a térképen fel nem tűnő földrajzi tényezőket nem vesszük figyelembe s egyes helyek jelentősége magyarázat nélkül marad.

Ezek a tökéletlenségek vezetnek aztán arra, hogy vannak, akik kétségbe vonják azt, hogy valamely város keletkezésének és felvirágzásának oka földrajzi tényezőkben volna keresendő s inkább uralkodók önkényére és történelmi események véletlen beavatkozására gondolnak.

Ez az oka annak, hogy mindenféle ilyen magyarázatot revízió alá kell vennünk s szigorúbban kell a helyek energiáját elbírálnunk.¹

Mindenek előtt vizsgáljuk meg az utak kereszteződésének kérdését. Fekessünk magunk elé olyan térképet, amelyen nincsenek feltüntetve a városok, csak a hegyek, folyók, tavak, tengerek. Mindenki azt fogja mondani, hogy Észak-Németországból az Adria felé vezető legegyszerűbb út a Morvakapun keresztül (a Kárpátok és a Szudeták közt) vezet le Dévényhez, aztán Wiener-Neustadton és a Semmering-hágón át valahogyan le Trieszthez.

Igaz, hogy a térképen talán ez látszik legegyszerűbbnek s mégis csodálatos, hogy ma a legélénkebb forgalom Berlin—Hamburg felől Bodenbachon és Prágán át vezet Bécs felé. A rómaiak

¹ A földrajz tekintélyét valóban tönkretették az olyan alaptalan spekulációk, mint amilyen pl. MORGENSTERN H.: A földrajzi viszonyok befolyása Magyarország történetére. Földr. Közl. II. k. 1874. 319. old. Abban az időben divattá vált az ilyen szemlélődés, különösen megerősítette RATZEL FR., de azóta is még mindig találkozunk vele.

idején a borostyánkő-út a Jablunkai-hágón, a Vág völgyén át jött le Carnuntumhoz s onnan Scarabantián (Sopronium?) keresztül Sabaria, majd a Karszt-hegységen át az Adriai-tenger felé.

A Brenner-hágón átvezető, nevezetes útról azt hinné az ember, hogy az azután, hogy az Inn-völgyében elérte Innsbruckot, az Inn-völgyének mentén vezet ki a Bajor-medencébe. Pedig nem erre vezetett a nevezetes kereskedelmi út, hanem Innsbrucktól nyugatra felkapaszkodott a seefeldi hágóra s úgy vezetett át az Alpok északi mészközönáján keresztül az Isar völgyébe.

Ez a néhány példa eléggé mutatja, hogy az útvonalak kijelölése nagyon nehéz feladat s csakis olyan szigorú tanulmányok alapján lehetséges, mint ahogy STEIN AURÉL kijelölte a belső-ázsiai selyem-hordó karavánok útját.

A táj helyes ismeretével kijelölhetünk olyan helyeket, ahol az utak okvetlenül keresztül fognak menni, mert az ilyen helyek közelében komoly akadályai vannak a közlekedésnek. Ilyen helyek például a magas hegyek között átvezető *hágók* és a nagy folyókon átvezető *átkelő helyek*. Az ilyen helyek nem kereszteződésre, hanem csomózásra kényszerítik az utakat.

Azt hihetnők mármost, hogy az ilyen helyeknek okvetlenül jelentékeny földrajzi energiája van. Ez pedig nem föltétlenül igaz.

A hágókon igen sok út csomósodhatik s mégsem keletkezik a hágón nevezetes emberi település, mert rendesen az ilyen hely nem is alkalmas a letelepülésre. A hágón az áru keresztül megy megállás nélkül, tehát csakis az út forgalma lesz ilyen helyen nagy s esetleg a forgalom lebonyolításához szükséges intézkedések végrehajtása miatt települ meg ott sok ember. Az alpi hágók kolostorai, például a szent-bernáthegyi kolostor vagy az átmenő vasúti forgalom alkalmazottjai például Kőrösmezőn jelennek meg, mint állandó letelepülések. De igazi energiája a helynek nincsen.

A mongol pusztákon át Kína belsejébe vezető rendkívül nagyforgalmú karavánút Kalgánnál ér kínai földre. Kalgán mélyen lenn fekszik a folyó völgyében s a mongol puszták 2000 m magas platójáról nehéz, szerpentinákban kanyargó út vezet le Kalgánhoz. Bámulatos, hogy milyen forgalom van itt! Fenn és

lenn a karavánoknak napokig kell várniok, amig rájuk kerülhet a sor, mert a szűk úton egyszerre csak egy irányban lehet közlekedni. Kalgánban tehát ezrével várakoznak a kétkerekű, mongol kordék, kínai áruval megrakva, amig rájuk kerülhet a sor. Emiatt sok vendéglő és teaház van Kalgánban, de nevezetes kereskedelem nincs, mert Kalgánon túl, Peking felé, még hosszú, nehéz út következik, gyéren lakott hegyvidéken végig. Kalgánban tehát csak megpihennek a karavánok, de ki nem rakodnak, kereskedelem ott nem fejlődhetik ki.

A karavánút lejár a folyó völgyén Pekinghez. Amint kiérünk az elfajult hegyi patak gyéren lakott, sok helyen egészen vad völgyéből a pompásan művelt kínai Alföldre, egyszerre egészen más viszonyok közé kerül a karaván. Itt már nem használhatja tovább a mongol kordékat, sem a tevéket s áruját kénytelen lerakni s más alkalmatossággal széthordani Kína belsejében. Itt tehát felüti sátorát a kereskedő, átveszi a karaván áruját és száz apró úton elosztva juttatja a fogyasztó közönség kezéhez. Világos, hogy itt nagy földrajzi energiájú helynek kell keletkeznie!

Az ilyen hágó hasonlít az olyan tengerszoroshoz, mint a Gibraltár, vagy a Bab-el-Mandeb, vagy a Szuezi-csatorna. Az utak csomósodnak ugyan, de az áru megállás nélkül keresztül megy rajtuk s az ilyen helynek nincs energiája, az ilyen helyen nem fejlődik nagy város. Peking ellenben olyan, mint valami tengeri kikötő. A tenger lakatlan sivatagján keresztül vonuló hajók útja csomósodhatik a Gibraltár-szorosban s azontúl együtt futhatnak, de az áru csak a tengeri kikötőben jut kirakodásra.

Vajjon mit hoznak és mit visznek a puszták karavánjai, vagy az óceánokon járó gőzösök? Kétségtelen, hogy olyan árut szállítanak, amelyik fölöslegben van ott, ahol a hajóra berakták és hiányzik ott, ahol kirakták. Így kell mondanom, hogy «hiányzik», mert szükség van rá, de ott nem terem, vagy nem állítható elő.

Világos tehát, hogy a karaván *különböző termelésű* területek áruját cseréli ki. Addig, ameddig a megrakott karaván olyan területen jár, amelyiken ugyanaz az áru terem, mint amilyent a karaván szállít, addig a karaván csak pihenni áll meg, csak *szállítással* foglalkozik, de nem *kereskedelemmel*.

Amikor a karaván átvonul a pusztán, igaz, hogy olyan

területen megy át, amelyiken mást termelnek, mint ott, ahol a karaván megrakodott. De itt nem adhat el árut, miként a hajó a nyílt tengeren, mert nincs, aki megvegye. Itt tehát megint csak szállítással foglalkozik, de nem kereskedelemmel. A kút, ahol megáll itatni, vagy a kis oázis, amelyben megáll pihenni, tanusítanak valami kis földrajzi energiát, de jelentéktelent. Olyant, mint a tengeren a szénállomás.

Amint azonban olyan területre lép a karaván, amelyiken a magával hozott áru kelendő, ott siet lerakni, amit magával hozott s helyette most ennek az országnak termésfölöslegéből fog megrakodni s haza viszi, mert ez meg otthon hiányzik!

Világos tehát, hogy kereskedelem csak ott fog kifejlődni, az olyan útesomózásokon, ahol különböző termelésű területek érintkeznek egymással, akár közvetlenül, akár közbeiktatott karavánutakkal, vagy tengeri utakkal.

Ha valamelyik tengerparton általában nincsenek jó kikötők, de egyetlen egy akad, akkor ez bizonyosan csomózásra kényszeríti a tengeri utakat. De ha a szárazföldi utak ehhez a kikötőhöz nem futhatnak össze, akkor ennek a kikötőnek nincsen kellő energiája. Ha a szárazföldi utak is itt kénytelenek csomósodni, akkor igen nevezetes energiája van a helynek. Nem kell más példára hivatkoznom, mint általában a folyók tölcser-torkolatára (Hamburg, Buenos-Aires, Sang-hai, Bordeaux, London), vagy a delták szárnykikötőire (Alexandria, Marseille, Galveston, Hang-csou), különösen pedig a legnagyobb példára, New-Yorkra.

A szárazföldek belsejében az ilyen helyeket vásárhelynek nevezzük.¹

A vásárhelyek tehát különböző termelésű területek érintkező vonalán ott vannak, ahol ezen az érintkező vonalon utak csomósodnak. De csakis az ilyen helyek lesznek igazi vásárhelyek, igazán energikus helyek.

Másféle eredetű helyzeti energiája is lehet valamelyik föld-

¹ L. CHOLNOKY J.: Az emberföldrajz alapjai. Magyar Földrajzi Értekezések IV. szám. Budapest, 1922. Az egyetemek földrajzi intézeteinek kiadványa.

rajzi helynek. Így például a gazdasági centrumok is energikus helyek szoktak lenni. Ahol valami természetadta erőforrás áll rendelkezésünkre, de szintén olyan helyzetben, hogy ez az erőforrás kihasználható, szintén energikus hely keletkezik.

Bármely úton-módon támad valamely helynek energiája, ez az energia lehet latens vagy lehet virulens. Ha még oly kitűnő vásárhelyet is tudunk kijelölni a térképen, de nem lakik ott senki, vagy pedig az ott lakó népek annyira alacsony műveltségűek, hogy nincs még messzejáró kereskedelmi forgalmuk, akkor ez az energia latens marad. Ha aztán művelt nép telepszik a területre, az energia virulenssé válik. New-York a felfedezések előtt nem létezett. A Hudson-torkolat óriási energiája latens maradt. Amint az Unió keleti partjai benépesültek, rögtön kivirított a Hudson-torkolat óriási energiája, a hollandusok New-Amsterdamot alapították ott, az angolok pedig New-Yorknak elnevezve, csakhamar csodálatos módon felvirágoztatták.

Minden uralkodói akarat, minden szeszély, minden «történelmi véletlen» nélkül.

Éppen ilyen szépen előbukkant Chicagónak, a világ legnagyobb vasúti csomópontjának óriási energiája.

Mindezt meg kellett előbb értenünk, hogy belássuk, mennyire helytelen és tudománytalan Bécs jelentőségét azzal magyarázni, hogy ott két nevezetes útvonal metszi egymást! Ugyanez a metszés sokkal jobban megtörténhetik Marchegg, Dévény, Hainburg, Ebenfurt vagy Wiener-Neustadt táján és a metszésnek semmi jelentősége sem volna, ha sokkal nagyobb okok nem tennék igen energikussá a bécsi medencét s ebben különösen Bécs helyét, de csakis a megfelelő történelmi milióban.

Bécs helyének nem volt semmi különös jelentősége a rómaiak idejében. Vindobona jelentéktelen hely volt, jelentéktelenebb talán, mint Arrabona, Brigetio vagy Aquincum, nem is beszélve Carnuntumról. A középkor elején sincs semmi jelentősége.⁴

⁴ A «Bécs» név azt a gyanút kelti, hogy a bács, becs, pécs szavakkal együtt a «győr»-rel rokon avar erődítményt jelent, mert különös, hogy mindkét szónak locativusa (Győrött, Pécssett) különös, s a bács, becs kétségtelenül valami földvárat jelent. Vakmerőség geografnak beleszólnia

Bécs helyének földrajzi energiája csak a Habsburg-monarchia kialakulásakor válik virulenssé s kérdés, hogy a monarchia széthullásával nem veszti-e el ismét virulenciáját?

Miben áll tehát ez az energia?

Európa középső részén, az Alpok északi lábánál sorakoztak a *délnémet medencék*. A Rajna-medence, a Sváb-Bajor-medence, a Cseh-medence és a Morva-medence ennek a sorozatnak tagjai. Mindegyiket az jellemzi, hogy aránylag elég magasan vannak a tenger színe fölött, éghajlatukat az Atlanti-Óceán kormányozza, tehát aránylag hűvös és száraz nyaruk van s a földművelés nem nagyon kiadós. Különösen a nagy Sváb-Bajor-medence nem mondható kedvező éghajlatúnak s földművelése csakis a legújabb kor modern eszközeivel s idegenből behozott termesztett növényekkel emelkedett jóval magasabb fokra. A Cseh-medence alacsonyabb részein szép földművelés van, de igen nagy része terméketlen, erdős, vagy csak alig használható terület. Ezeket a medencéket nem pusztította sem a török, sem a tatár, azért bennük a nép elszaporodhatott s más megélhetés után kellett néznie. Nyers anyaga alig van, szén, vas nincs, tehát a nehéz ipar nem fejlődhetett ki. Helyette a kézműipar fejlődött, talán az egész Földön legmagasabbra, mert talán sehol a Földön erre alkalmasabb terület nincs. Csak Kelet-Ázsia néhány vidéke vetekedhetik vele. A játékszer, a műszer, óra, edény, könyv, kőmet-szés, olajnyomat, mindenféle kép és sok más mindenféle kézműipari termék hazája ez a vidék. Gondoljunk csak a nürnbergi játékszerekre, a schwarzwaldi órákra, a cseh üvegárukra, a Kehlheim vidékén található litografiai palák felhasználására, a csodálatosan fejlett könyviparra! Megvan minden feltétel ennek az iparnak kifejlődésére. Ezek az iparok kevés nyersanyagot kívánnak s különösen a műszer- és óraiparban, az ékszergyártásban a csekély értékű nyersanyag óriási értéknövekedést nyer.

Ezektől a medencéktől délre az Alpok széles hegyvidéke

nyelvészeti kérdésekbe, de talán nem árt a figyelmet felhívni rá. Annyi bizonyos, hogy az avarok uralma kiterjedt a bécsi medencére s nem mond semmit sem az, hogy a szlávok Becsu néven nevezik, hisz egyidős települők a szlávok és avarok.

terül el. Itt megint egészen másként élnek az emberek és egészen mást termesztenek. A havasokon az erdőgazdálkodás és a havasi pásztorkodás a nép túlnyomóan fő foglalkozása. A havasi pásztorkodás élőállatot is termel főlegben, de legfőbb terméke a tejtermékek mindenféle fajtája. Sajt és vaj kerül innen ki, mint főleg s becserélhető olyan termékekért, amilyenek az Alpokban nem teremnek.¹

Az Alpoktól és a dél-német medencéktől keletre ezeknél sokkal nagyobb medence, a Magyar-medence terület. Az előbbiekkel szemben ez a földművelés és a hústermesztés igazi hazája. Így kell mondanom, hogy hústermesztés, hogy erősen hangsúlyozzuk a havasi pásztorkodással szemben mutatkozó, egészen más természetét. Ami száraz, forró nyári éghajlatunk alatt nem lehet azt elérni, hogy teheneink annyi tejet adjanak, mint a havasi tehének, vagy mint Hollandia és Dánia hűvös, esős vidékein tenyésztett tehének. Nálunk az Alföldön nem is annyira a tejéért, mint inkább a húzáért tenyésztik az állatot s a vágómarhából volt mindig nagy kivitelünk.

Ez a három nagy, egészen különböző termelésű terület a bécsi medencénél szögel össze. Teljesen evidens tehát s minden kétséget kizárólag mondhatjuk, hogy a bécsi medencének igen nagy földrajzi energiájának kell lennie. De ez az energia csak akkor lesz virulens, ha a három különböző termelésű terület között a kereskedelmi forgalom valóban kifejlődhetik. Ha politikai ellentétek, vagy történelmi katasztrófák ezt a békés forgalmat lehetetlenné teszik, akkor a bécsi medence energiája nem bontakozhat ki, latens marad.

De a bécsi medence nagy darab föld, kérdés, hogy melyik pontja lesz az, amelyiken az emporium ki fog fejlődni. Ebben a kérdésben megint a helyzeti és a helyi energia vizsgálata fog dönteni.

A bécsi medence a nagyobb morva-medencének déli nyúlványa, a Duna déli partján. Nyugaton az Alpok határolják. Az

¹ Kétségtelen, hogy már a rómaiak idejében az Alpok, mint a havasi pásztorkodás hazája volt ismeretes, mert hisz az alp szó havasi legelőt jelent.

Alpok itt a nevezetes terminális-vonallal letörnek, elvégződnek. Elvégződik a mészkővonulat és a Wienerwald homokkővonulata. Csak a Nedere-Tauern kristályos vonulata húzódik tovább, mint Rozália-, majd Lajta-hegység s ez az izolált hegydarab állítja helyre a kapcsolatot az Alpok és a Kárpátok közt.

A medencéből északra átjutni nagyon nehéz, mert a Duna itt alsó-szakasz jellegű.

Ez annyit tesz, hogy munkaképessége nem elegendő a hozott törmelék továbbszállítására, azért azt lerakja s száz és száz ágra bomolva fajul el. Az ilyen elfajult folyón kezdetleges műveltség idején nem lehet átkelni, legalább is kereskedelmi útvonal nem mehet rajta keresztül.

Ez a nevezetes földrajzi tény sem nyert eddig kellő méltatást, pedig ugyancsak szembeszökő! Pozsony és Komárom közt nincs átkelő hely a Dunán, mert ott alsó-szakasz jellegű, szerte-szét ágazik. Komárom várának éppen az volt a nagy stratégiai jelentősége, hogy pozsony alatt az első jó átkelőhely.¹

A bécsi-medencéből a morva-medencébe csak két helyen lehet átkelni. Vagy a medence keleti szélénél, a dévényi szorosban, a szoros kezdeténél, vagy pedig a medence nyugati szélén, ahol a Duna belép a medencébe, mert ezen a két helyen egy ágban van a Duna. A tulli-medencében szintén alsó-szakasz jellegű a folyó, de ahogy Greifenstein váránál az Alpok legészakibb sarkát megkerüli, a homokkő-zóna lealacsonyodva a Duna északi oldalán is folytatódik, mint 2—300 m magas plató, s ennek előugró szöglete, a Bisam-berg (360 m), összeszorítja a Duna völgyét. Itt nagyobb a folyó esése, nagyobb tehát munkaképessége is, azért itt nem alsó-szakasz jellegű, tehát egy ágban folyik, át lehet rajta kelni.

Mivel a kereskedelmi forgalom nagy részének át kellett kelnie a Dunán, tehát világos, hogy az empórium vagy a medence keleti vagy nyugati szélén fejlődött ki, mert ott a Dunán legkönnyebb az átkelés. Mivel a történelem folyamán a művel-

¹ Erről a kérdésről, különösen Budapestre vonatkozólag lásd bővebben CHOLNOKY J.: Budapest földrajzi helyzete. Földr. Közl. XLIII. k. 1915. 193. stb. old.

tebb vidékek a Dunától délre voltak, előre várható, hogy a Duna déli partján kereshetjük a legenergiкусabb helyet.

Várost nem építettek oda, ahol az árvíz elöntheti. Azért nem épült város a Duna árterére, hanem az árteret kísérő terraszokon épül minden folyómenti város. Ezért neveztük el a felső-pleisztocénkori, 10–20 m magas terraszokat hazánkban városi terraszoknak. Ilyen városi terraszok kísérik a Dunát a bécsi- és a morva-medencében is, kétségtelen, hogy ezekre épül a medence empóriuma is. Vannak ugyan magasabb terraszok is a medencében, de ezek egyrészt már messze vannak a Dunától, másrészt már olyan magasak, hogy az élet itt már kényelmetlen. Ilyen magasabb terraszokra csak mentsvárakat, várkastélyokat, kolostorokat szokás építeni a jobb védhetőség szempontjából.

A római uralom idején Pannónia művelt terület. Sok nagy város, gazdaság, jólét van rajta, a kitűnő római utak sűrűn behálózják. Világos, hogy ebben az időben a bécsi-medence keleti kijárójánál, a Duna déli partján épül a medence emporiuma. Valóban ott is volt Carnuntum, Pannónia fővárosa. Jelentős hely lehetett, nagy kereskedelme is volt, de igazi nagy várossá nem fejlődhetett, mert még akkor a dél-német medencék nem voltak sűrűn lakott, békés területek, tehát igazi nagy kereskedelem nem járt erre keresztül. Tudjuk azonban, hogy a Balti-tenger partjáról erre hozták keresztül a borostyánt, még pedig a Jablunkai hágón keresztül, aztán a Vág völgyén le Pozsonyhoz s onnan hozták át Carnuntumba. Valószínű, hogy itt már átvették a kereskedők a karavánoktól a borostyánt és különféle utakra osztották szét a római birodalom belsejében, került belőle Aquincumba is.

Vindobona ekkor teljesen jelentéktelen határhely. A városi terraszokra épült a medence nyugati kijárója elé, még pedig jól védhető helyre. A terraszokba itt patakok vágódnak bele s felszigetszerű nyúlványok alakulnak. Az ottakringi-patak, meg a mai Rotenturm-Strasse helyén volt mély völgy határolták azt a terrasznúlványt, amelyre a római város épült.

A Római-Birodalom lehanyatlása után elpusztul Carnuntum és Vindobona is, de csakhamar újra benépesül a medence. Most

a magyar medencében van nyugtalanság, alacsony műveltség s nyugaton fejlődik a civilizáció magasabbra. A medence emporiuma, vásártere átköltözik tehát a nyugati kijáró torkába. A római Vindobona helyén talán avar sáncok védik a megmaradt lakosság töredékét s talán szlávok építik föl újra «Viene» helységet, pontosan a római város helyére. Ennek az első városnak keleti fala a mai Rotenturm-Strasse mentén húzódott a mély patak-völgy fölött. A Stock im Eisen-térnél ez az árok nyugatra fordult s a falak sáncarkául szolgált. Ezt a részt ma is Graben-nek nevezik. A város északkeleti fala a terraszh-peremen húzódott végig.

A Duna egyik fattyú-ága akkor a terraszh-perem lábánál folyt s ott volt a só-kikötő (Salzgries). Az északnyugati fal lába előtt az Ottakringi-patak mély szakadéka szolgált sáncárokként. A mai Stefansdom ennek a városnak falain kívül épült.

Az északnyugati falak mellett épült a BABENBERG-ek várkastélya.

Ez a kezdetleges városka fejlődött idővel a világ egyik legnagyobb, leggazdagabb városává, a legfényesebb császári székhellyé. De ez a fejlődés csak akkor indulhatott meg, amikor a környező területek mind civilizált, feleslegeket produkáló országokká lettek. Árpádházi királyaink idején Bécs még jelentéktelen, hisz hazánk még gyéren népes, a kereskedelmi forgalom a bizonytalan időkben még csak félénken tapogatózik.

Az Anjouk alatt indul meg fejlődése. Megélénkül a kereskedelem s megindul az ipar. Ez a kettő mintegy nyomon követi egymást. A kereskedelmi forgalomba kezdenek távolabb fekvő, különböző termelésű területek is bevonódni: Lengyelország, Itália, sőt a Balkán-félsziget is.

Amikor a magyar királyi korona a Habsburgok fejére száll, egyszerre megszületik annak a lehetősége, hogy a kereskedelem teljesen akadálytalanul bonyolódjék le a három különböző termelésű terület között. Sajnos, a török megakasztotta ezt a fejlődést, sőt majdnem tönkretette a várost, de a török idők elmúltával beállt Bécs igazi fénykora! A bécsi császár ura mindazoknak a területeknek, amelyek Bécs kereskedelmét táplálják.

Érvényesül most Bécs minden helyi energiája is. Közelé-

ben jó földmívelés van, különösen konyhakertészet (stockeraui lenese!), környékén tehát gazdag falvak, sűrű lakosság fejlődik. Van rétje, szántóföldje és erdeje. A hegylejtőkön jó bor terem, Bécs helyi kereskedelmének egyik fontos cikke. A város jól védhető helyen van, hisz három török ostromot kiállt!

A fejlődő város kiterjed a Wien-folyócska szakadékaig, ez megint jól védelmezi a várost. Különösen a törökök, majd később a szabadságukért küzdő magyarok ellen hatalmas bástyák védik a várost, a bástyák előtt széles előtér akadályozza, hogy a belváros egyesüljön a hatalmasan megnövekedett külvárosokkal. Csak 1887-ben kezdik lebontani a bástyákat s a világ legszebb városi utcája, a Ring épül föl. Wien fejlődésének tetőfokára lép. Ezt különösen annak köszönheti, hogy a legbölcsebb Habsburg uralkodó, Ferenc József a magyarokkal kiegyezik s minden törekvése arra irányul, hogy a három különböző termelésű terület között békésen fejlődhessék a kereskedelem. Ennek köszönheti Bécs nagyságát. S a hálátlan nép elűzi azt az uralkodóházat, amely évszázadokon át, minden erőfeszítéssel azon van, hogy a Bécset környező, különböző termelésű területeket összetartsák s Bécs helyzetének óriási energiáját virulenssé tegyék.

Az ilyen empórium fejlődése olyan mint a lavina. Magamagát növeli. A kereskedelem fejlődése növeli az ipart, ez ismét növeli a kereskedelmet. A kereskedelem úthálózata mind szélesebb környezetre terjeszkedik szét. Bécsi árut látunk kínai piacokon. A bécsi gyufához a megfelelő nyárfát Oroszországból, a a ként Sziciliából hozzák, a tarka bécsi kendők gyapotját Amerikából, festékjét Németországból hozzák. A híres bécsi süteményekhez a lisztet Dél-Magyarországból, a csokoládéhoz szükséges kakaót Amerikából, a tejet az Alpokból, a citromot-narancsot Olaszországból, a fűszert Kelet-Indiából hozzák.

Mint mindenütt a világon, a kereskedőnép eleinte idegen. Anglia kereskedelmét először a Hanza-szövetséghez tartozó német kereskedők tartják kezükben; a Földközi-tenger ókori népei közt a szémita eredetű föníciai a kereskedő; arab kereskedők sürgölődnek az Indiai-óceán partjain mindaddig, amig a portugálusok ki nem szorítják őket. A Balkán-félszigeten a görögök

és zsidók a kereskedők, a török népek közt az örmények. A kínai is igen kitűnő, szolid kereskedő külföldön, például San-Francisco-ban vagy Szibíriában.

Nálunk legrégebben az izmaeliták, aztán a görögök, majd az örmények s végül a zsidók kezében van a kereskedelem.

Ezért Bécs lakosságának nagyrésze nem német, illetőleg nem a dél-német medencéből való németektől eredt. Igen sok szláv, olasz, görög, örmény, magyar és zsidó elem halmozódott itt föl, meglátszik az a bécsi nép mai összetételében is.

A mindenfelől összefutó kereskedelmi utak felhasználták a medence összes kijáróit. A Semmeringen át megy a karinthiai-út (Kärntner-Strasse), útközben a termális vonal mellett sorakozó, sűrűn következő helységeket mint a gyöngysort fűzi föl. A Wien völgyén fölfelé a St.-Pölteni medencébe és a Felső-Duna-medencébe visz az út. A Duna déli partján Wiener-Neustadt, majd az ebenfurthi nevezetes kapun át Sopronba visz az út. Északabbra, de még mindig a Duna déli partján, a Hainburg és Lajta-hegység között átmenő Lajta-kapun keresztül vezetett a római út is. Ebből az útból ágazott ki észak felé, a Dunán keresztül a dévényi út s ez a Kis-Kárpátok nyugati lábához simuló terraszonon keresztül felment Szokolca felé s azon túl a Morva-kapun keresztül Sziléziába. A másik út Pozsonynál ment át a Dunán s Észak-Magyarország bányavidékével hozta létre a kapcsolatot.

Béctől északra, Klosterneuburg felé a Duna partján vezetett az út Alsó- és Felső-Ausztria medencéibe, vagy pedig átkelven az itt egy ághon folyó Dunán, felment a Morva-medencébe, a különálló Brünni-medencébe s a Cseh-medencébe. Ezen a medencéken át jut Németországba. A Dunán járó hajóforgalom mindig jelentékeny volt ugyan, de mindig messze elmaradt a szárazföldi utak forgalma mögött. Pedig a tankönyvek ezt rendesen nagyon kiemelik. Nehány volumínózus árura (fa, kő, só, gabona) elég jelentékeny szerepe volt, de különösen a vasutak kiépülésével nagyon sokat veszített jelentőségéből.

A bécsi medence centrális helyzetét kifejezésre juttatja az is, hogy nem fekszik egységes nép lakta, nagy terület centrumában, hanem négy különféle nép országa szögel itt össze:

nyugatról a dél-német, északról az északi-szláv, keletről a magyar és délről a dél-szláv. Politikai helyzete tehát nagyon ingadozó, csakis az abszolútus monarchia bírná összetartani a sugarasan széthúzó népeket. Amíg ez fennállt, addig Bécs nagy volt, de amint ez megszűnt, Bécs kérlelhetetlenül a hanyatlás útjára lépett.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 március 14-én tartott üléséből)

DIE GEOGRAPHISCHE LAGE VON WIEN.

Von J. CHOLNOKY.

Die geographische Lage der Grosstädte wird in der Litteratur gewöhnlich mit einigen falsch angewendeten Phrasen als erklärt betrachtet. Meistens erwähnt man die Kreuzung wichtiger Wege und erklärt damit die wirtschaftliche Bedeutung der Stadt. Die Wegkreuzungen haben meistens keine wirkliche geographische Energie. Die geographische Lage von Wien kann man mit dieser Phrase auch nicht genügend charakterisieren und die wirtschaftliche und geschichtliche Bedeutung der Stadt erklären.

Das Wiener-Becken liegt an einem Ort, wo drei verschiedene Produktionsgebiete zusammenstoßen und zwar: die süddeutschen Becken, das Alpenland und die ungarischen Becken. Von diesen Dreien ist das erste und das letzte das bedeutendste, während das Alpenland verhältnismäßig wenig Export-Produktion aufweist.

Die Berührungslinie zweier verschiedenen Produktionsgebiete nennen wir *Marktklinie*. Wo diese Marktklinie von einem wichtigen Verkehrsweg gekreuzt wird, entsteht ein *Marktplatz*. Je wichtiger die Marktklinie und je grösser das Einzugsgebiet des die Marktklinie kreuzenden Weges ist, desto größer wird auch die Energie des Marktplatzes und desto bedeutender das dort entstandene Emporium.

Die geographische Energie des Wiener-Beckens ist also eine hochwichtige Positions-Energie, denn es ist der Marktplatz der zwei großen mitteleuropäischen Beckengruppen: der süddeutschen und des ungarischen.

Wo das Emporium selbst in dem großen Becken entstehen wird, das hängt wieder von dem geschichtlichen Milieu und der

lokalen Energie der einzelnen Orte ab. Die Donau hat im Wiener-Becken einen Unterlaufs-Charakter, weshalb der Fluss schwer passierbar ist. Nur am Ost- und Westende des Beckens fließt der Fluß in einem einzigen Arme, deshalb muß sich der Handelsplatz entweder neben dem Eintritt, oder neben dem Austritt des Flusses aus dem Becken entwickeln, denn die wichtigen nordsüdlichen Handelswege können den Fluss nur hier kreuzen. Unter den Römern war die Hauptstadt des Beckens (und damit Pannoniens) Carnuntum in Osten, später, im Mittelalter Wiene, nachher Wien am Eintritt des Flusses. Die Lage von Wien ist in lokaler Hinsicht günstig, weil die Stadt auf einer Terrasse liegt, wo sie von Überschwemmungen nicht gefährdet wird und mit Hilfe der Seitentäler (Ottakringer Bach und der Bach an der Stelle der heutigen Rotenturm-Straße) stark befestigt werden konnte. In der Umgebung der Stadt wird Ackerbau und Weinbau betrieben und damit die Bevölkerung der Stadt versehen.

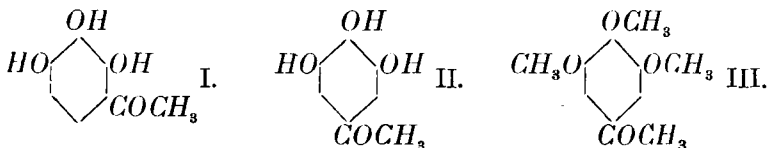
Die Bestrebung der Habsburger Herrscher, Ungarn mit den Österreichischen Staaten in die engste Verbindung zu zwingen, ist daher ganz selbstverständlich, da Größe und Reichtum Wiens von dem ungestörten Handel der Industrie-Erzeugnisse des süddeutschen Beckens und der Agrikultur-Erzeugnisse des ungarischen Beckens abhängt. Franz Josef erkannte die hochwichtige Bedeutung der friedlichen, zwanglosen Verbindung und unter seiner Regierung erreichte Wien seine Glanzperiode. Das jetzige undankbare Benehmen der Wiener kann daher nicht nur als höchst unklug, sondern muss sogar als katastrophal bezeichnet werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften den 14. März 1927.)

EGY ÚJ GALLACETOPHENON SZINTÉZISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A pyrogallolból az elmélet szerint két isomer monomethylketon származtatható le, amelyek közül eddig csak egy ismertes, a NENCKI és SIEBER² által felfedezett (I) gallacetophenon, amely jégecetnek és zinkchloridnak pyrogallolra való együttes behatásakor képződik. Az irodalomban több



kísérlettel találkozunk, amelyek az isomer (II.) vegyület szintézisét célozzák, de ezek nem vezettek eredményre. Így legutoljára 1908-ban FISCHER EMIL a német vegyészeti társaság közlönyében közzétette,³ hogy neki sikerült e vegyület szintézisét létesíteni tricarbomethoxygalloylechloridnak és higanydimethylnek egymásra való hatásakor. Rövid idővel ezután⁴ ugyanaz a kutató e vegyület szintézisét nem tudta beigazolni, mert a reakciónál keletkező vegyület ugyan a gallacetophenon százalékos összetételét mutatja, de egész más szerkezettel bír. Előző⁵, e vegyületcsoportban végzett vizsgálataim folytatásaképpen most

¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem II. sz. kémiai intézetében készült dolgozat.

² Journ. für prakt. Chemie [2] 23, 151, 538 (1881).

³ Ber. 42, 228 (1909).

⁴ Ber. 42, 1016 (1909).

⁵ Annalen 359, 273 (1913).

sikerült nekem e régóta sikertelenül keresett vegyület szintézisét létesítenem. Kiindulási anyag gyanánt az általam már régebben ¹ a trimethylgallussavmethylester és ecetester egymással való kondenzációjakor előálló ketonsav és reakciótermék ketonra való bomlásakor keletkező trimethylgallacetophenont (III) választottam. A három methylgyöknek e vegyületből való leválasztása igen nagy kísérleti nehézségekbe ütközött, mert a legkülönbözőbb módszerek szerint végzett kísérleteknél csak bomlási termékeket nyertem. Végre sikerült e reakciót meglepő jó eredménnyel eszközölni. ha az æthert klorbenzolban oldjuk és aluminiumchloridet hagyunk hatni rá. Mivelhogy JACOBSEN, ANSCHÜTZ, SCHROETER és újabban v. AUWERS ² vizsgálatai alapján tudjuk, hogy aluminiumchloriddal végzett reakcióknál intramolekuláris atomáthelyezkedések léphetnek fel, így azzal a lehetőséggel is kell számolni, hogy a reakció közben az oldallánc eltolódik. A vegyület szerkezetének megállapítása céljából a vegyületet lúgos közegben hidrogénáramban dimethylsulfattal methiláljuk és így az általam már régebben szintézis útján előállított 3, 4, 5-trimethoxyphenyl 1-methylketont ³ nyerjük. E kísérlet által az új gallacetophenon szerkezetét mint 3, 4, 5-trioxyphenyl 1-methylketont állapítottuk meg. Az oxyketonból előállított triacetylzármazékot alkoholos oldatban kaliumacetattal A. G. PERKIN ⁴ módszere szerint hidrogénáramban elszappanosítva egy präparatumot nyertem, mely összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult a kiindulási anyaggal.

KISÉRLETI RÉSZ.

3, 4, 5-Trioxyphenyl 1-methylketon.

A fentebbi vegyület előállításához szükséges trimethylgallussavat előírásom ⁵ szerint állítottam elő. A trimethylgallussavmethylesterből ecetsavæthylesterrel, fémes natrium jelenlétében

¹ Journ. prakt. Chemie 82, 275 (1910).

² Annalen 447, 162 (1926).

³ Loc. cit.

⁴ Loc. 81, 218 (1902).

⁵ Organic Synthesis Vol. 6. New-York 1926.



való kondenzáció útján előző adataim ¹ szerint a 3, 4, 5-trimethoxybenzoylacetetert nyertem. A reakciónál alkalmazunk: 65·2 gr trimethylgallussavmethylestert, 30 gr ecetsavas æthylt és 8 gr fonallá sajtolt fémes natriumot. A ketonsavból hígított kénsavval való hevítéskor ² 16 gr tiszta 3, 4, 5-trimethoxyphenyl-1-methylketont nyerünk.

3 gr 3, 4, 5-trimethylgallacetophenont 30 cm³ jól kiszáritott és desztillált klorbenzolban feloldunk, 20 gr finomra porított vízmentes aluminiumkloridet adunk hozzá és egy óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel (a cső belső átmérőjének legalább 12 mm-nek kell lenni, nehogy a kiszublimáló aluminiumklorid a csövet eldugaszolja) hevítjük. A reakcióelegy kihülése után a lombik tartalmát jégre öntjük, tömény sósavval megsavanyítjuk és 1¹/₂ órai vízgőzdesztilláció által a klorbenzolt átdestilláljuk. A kihült folyadékot kevés gyantaszerű anyagok eltávolítására megsűrjük és ætherrel kivonjuk. A vízmentes nátriumsulfattal kiszáritott ætheres oldatból az oldószer lepárlása után visszamarad az oxyketon. Némely esetben, amidőn a jégre öntött reakcióelegyet éjjelen át állni hagyjuk, másnap az oldatból az oxyketon részben hosszú tűkben válik ki, amelyeket az oldattól leszűrünk, az anyalúgból külön vízgőzdesztillációval a klorbenzolt eltávolítjuk és mint fentebb, ætherrel az oxyketont kivonjuk. A nyers-terméket ezután ecetesterben feloldjuk, csontszénnel szintelenítünk és óvatosan ligroinnal elegyítjük. A vegyület így 184—185 C°-on olvad. Termelés 1·7 gr. A vegyület további tisztítása céljából kevés vízből kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítünk és az oldatot jeges vízbe helyezzük. A keton szintelen tűkben válik ki, amelyek 187—188 C°-on olvadnak. A legtöbb célra a 184—185 C°-on olvadó präparatumot használhatjuk, mert ez is már egyező analisis-eredményeket szolgáltat és a vízből való kristályosítás igen veszteséges.

20·785 mgr anyag adott: 43·320 mgr CO₂-t és 8·930 mgr H₂O-t.

20·080 mgr anyag adott: 41·930 mgr CO₂-t és 8·870 mgr H₂O-t.

¹ F. MAUTHNER: Journ. für prakt. Chemie 112, 270 (1926).

² F. MAUTHNER: Journ. für prakt. Chemie 82, 275 (1910).

A $C_8H_8O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C=57.14\%$, $H=4.76\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=56.91\%$, $H=4.77\%$, $C=56.92\%$, $H=4.97\%$.

Az új gallacetophenon nehezen oldódik benzolban. Ligroinban és petroleumætherben a vegyület oldhatatlan. A termék könnyen oldódik ætherben, alkoholban, acetonban és jégecetben. A vegyület alkoholos oldatát vasklorid kék színűre festi. Az oxyketon vizes oldatával vaschlörid zöld színreakciót ad. Gelatin-oldat a keton vizes oldatát nem csapja ki. Ha e ketont összekeverjük a NENCKI és SIEBER-féle gallacetophenonnal és az olvadás-pontját meghatározzuk, akkor a keverék igen nagy depressziót mutat.

A p. nitrophenylhidrazon előállítására 1 gr ketont feloldunk 20 cm^3 50 %-os ecetsavban és a meleg oldathoz 1 gr p. nitrophenylhidrazin ecetsavas (20 cm^3 50 %-os) oldatát elegyítjük. Rövid idő múlva a vörösszínű hidrazon kiválik és a további tisztítás céljából 50 %-os ecetsavból kristályosítjuk át. A vegyület 260°C -ig hevítve nem olvad meg, hanem közben elszenesedik. A nitrophenylhidrazon könnyen oldódik alkoholban, acetonban és jégecetben. A vegyület benzolban igen nehezen oldódik.

7.110 mgr anyag adott: 0.90 cm^3 nitrogént (715 mm 18°C).

A $C_{14}H_{13}O_5N_3$ képlet alapján a számított érték: $N=13.86\%$.

Kísérletileg talált érték: $N=13.67\%$.

A semicarbazont a következőképpen állítjuk elő: 1 gr ketont feloldunk 30 cm^3 vízben, közönséges hőmérsékletre hűtjük le, 1 gr semicarbazidchlorhydratot és 1.4 gr natriumacetatot adunk hozzá. Hétórai állás után a semicarbazon majdnem teljesen kiváltott, melyet leszűrünk és a további tisztítás céljából kevés alkoholban oldunk, csontszénnel szintelenítünk és kristályosítás céljából jeges vízbe állítjuk. A semicarbazon szintelenítőt alkot, amelyek $216\text{--}217^\circ\text{C}$ -on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik alkoholban és majdnem oldhatatlan ætherben és ecetesterben.

5.329 mgr anyag adott: 0.915 cm^3 nitrogént (720 mm , 19°C).

A $C_9H_{11}O_3N_3$ képlet alapján a számított érték: $N=18.66\%$.

Kísérletileg talált értékek: $N=18.75\%$.

A 3, 4, 5-Trioxyphenyl 1-methylketon methylálása 3, 4, 5-trimethoxyphenyl 1-methylketonná.

1 gr gallacetophenont 10 cm³ vízben feloldunk visszafolyó hűtőcsőves lombikban és gyors hidrogénárammal a levegőt a lombikból kiszorítjuk. Ezután 40 cm³ 10 %-os natronlúgot csepegtetünk hozzá és 5 cm³ dimethylsulfatot. A reakcióelegyet 30 percig közönséges hőmérsékleten erősen összerázzuk, majd forralásig hevítjük. Ezután a lombikot közönséges hőmérsékletre hűtjük, még egyszer 30 cm³ 10 %-os natronlúgot, 3 cm³ dimethylsulfatot adunk hozzá, 15 percig szobahőmérsékleten összerázzuk és ezután egy negyedóra hosszat hevítjük. A hidrogénáramban kihűlt reakcióelegyet ætherrel kivonjuk. Az oldószer lepárlása után visszamaradó keton összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult az általam már előzőleg¹ előállított 3, 4, 5-trimethoxyphenyl 1-methylketonnal. A vegyület további azonosítása céljából a keton ecetsavas oldatához p. nitrophenylhidrazin ecetsavas oldatát elegyítjük, miközben a hidrazon kiválik. Az alkoholból átkristályosított vegyület előző adataimmal egyezőleg 195—196 C°-on olvadt. Még birtokomban volt egy tizenhat év előtt előállított präparatum és a két präparatum keveréke az olvadáspont-meghatározáskor nem mutatott depressziót.

5·900 mgr anyag adott: 0·665 cm³ nitrogént (716 mm, 16 C°).

A $C_{17}H_{19}O_5.N_3$ képlet alapján a számított érték: $N=12·17\%$.
Kísérletileg talált érték: $N=12·37\%$.

Az ætherrel kivont lúgos oldatban még részlegesen methylált termékek voltak, amelyek már kevésbé érzékenyek voltak a levegő oxidáló hatása iránt és az alábbi módon még egyszer methyláltam őket. A lúgos oldatot megsavanyítjuk, ætherrel kivonjuk és az æthert ledesztilláljuk. A visszamaradó terméket 100 cm³ 10 %-os natronlúggal, meg 10 cm³ dimethylsulfattal 20 percig közönséges hőmérsékleten jól összerázzuk és ezután egy félórát a visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. Az ætherrel kivont

¹ Loc. cit.

oldatból egy ketont nyerünk, amelyből p. nitrophenylhidrazinnel a 3, 4, 5-trimethoxyphenyl 1-methylketon hidrazonja képződik.

Triacetyl 3, 4, 5-trioxyphenyl 1-methylketon.

1 gr ketont 20 cm³ jégcetben oldunk, 5 cm³ acetylchloridet adunk hozzá és egy óra hosszat a visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. Ezután a reakcióelegyet jégre öntjük és sok vízzel elegyítjük. A kiválatott acetylszármazékot leszűrjük, vízzel kimossuk és agyagtányéron szárítjuk ki. A terméket körülbelül ötszázszoros mennyiségű ligroinból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítünk.

20·790 mgr anyag adott: 43·640 mgr CO₂ és 9·310 mgr H₂O-t.

A C₁₄O₇H₁₄ képlet alapján a számított értékek: C=57·14 %, H=4·76 %.

Kísérletileg talált értékek: C=57·14 %, H=4·97 %.

A vegyület szintelen tüket alkot, amelyek 111—112 C°-on olvadnak. Az acetylszármazék könnyen oldódik benzolban, alkoholban és jégcetben. A termék nehezen oldódik hideg ligroinban, könnyebben melegben.

A triacetyl 3, 4, 5-trioxyphenyl 1-methylketont a következő módon szappanosíthatjuk el 3, 4, 5-trioxyphenyl 1-methylketonná:

1 gr acetylszármazékot 30 cm³ alkoholban oldunk, 2·5 gr kalciumacetatot adunk hozzá és visszafolyó hűtőcsővel 2½ óra hosszat hevítjük. Ezután a reakcióelegyet hidrogénáramban hagyjuk kihűlni, 14 cm³ 2 n. kénsavval elegyítjük, a kiválatott kaliumsulfatról leszűrjük és alkohollal kimossuk. A szűrlet vacuumban 40 C° hőmérsékleten szárazra bepároljuk. A visszamaradó terméket előbb ecetesterből és ligroinból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítünk. A vegyületet ezután kevés vízben oldjuk, csontszénnel szintelenítjük és az oldatot jeges vízbe helyezzük. A kiváló kristályok 187—188 C°-on olvadtak.

20·240 mgr anyag adott: 42·495 mgr CO₂ és 9·280 mgr H₂O-t.

A $C_8H_8O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C=57.14\%$, $H=4.76\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=57.25\%$, $H=5.09\%$.

Ha e terméket 3, 4, 5-trioxyphenyl 1-methylketonnal összekeverjük, akkor az olvadáspontmeghatározásnál depresszió nem lép fel.

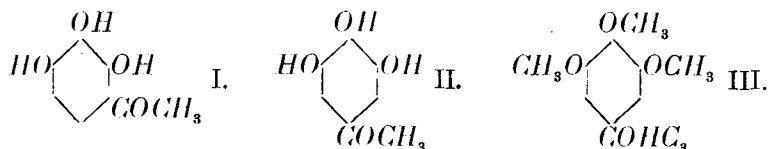
E vizsgálatot folytatom.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1926 november 8.-án tartott üléséből.)

DIE SYNTHESE EINES NEUEN GALLACETOPHENONS.

Von F. MAUTHNER.

Von dem Pyrogallol theoretisch sich ableitenden zwei isomeren Monomethylketonen ist bisher nur eines bekannt, das von NENCKI und SIEBER¹ entdeckte (I), durch Einwirkung von Eisessig und Chlorzink auf Pyrogallol entstehende Gallacetophenon. In der Litteratur sind verschiedene



Versuche beschrieben zur Synthese der isomeren (II) Verbindung, die jedoch nicht zum gewünschten Ziel führten. So hatte zuletzt im Jahre 1908 EMIL FISCHER in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft² die Synthese dieser Verbindung durch Einwirkung von Tricarbmethoxygalloylechlorid auf Quecksilberdimethyl angekündigt. Kurze Zeit darauf³ konnte derselbe Forscher diese Synthese nicht bestätigen, denn die bei dieser Reaktion entstandene Verbindung besass zwar die procentuale Zusammensetzung eines Gallacetophenons, jedoch eine ganz andere Konstitution. Frühere in dieser Gruppe von Verbindungen durchgeführte Untersuchungen⁴ führten mich jetzt zur Synthese dieser lange vergeblich gesuchten Verbindung. Als

¹ Journ. für prakt. Chemie [2] 23, 151, 538 (1881).

² Ber. 42, 228 (1909).

³ Ber. 42, 1016 (1909).

⁴ Annalen 395. 273 (1913).

Ausgangskörper wählte ich das schon früher von mir¹ durch Kondensation von Trimethylgallussäuremethylester und Essigester und darauffolgender Ketonspaltung entstehende Trimethylgallacetophenon (III). Die Abspaltung der drei Methylgruppen bereitete anfangs sehr grosse experimentelle Schwierigkeiten, da nach den verschiedensten Methoden nur Zersetzungsprodukte erhalten wurden. Schliesslich gelang die Durchführung der Reaktion mit überraschend günstigem Resultate durch Einwirkung von Aluminiumchlorid auf den in Chlorbenzol gelösten Aether. Da nach früheren Untersuchungen von JACOBSEN, ANSCHÜTZ, SCHRÖTER und neuerdings von v. AUWERS² bei Aluminiumchloridreaktionen öfters Umlagerungen beobachtet wurden, so musste bei der obigen Reaktion auch eventuell mit einer Verschiebung der Seitenkette gerechnet werden. Zum Konstitutionsnachweis wurde deshalb die Verbindung in alkalischer Lösung im Wasserstoffstrome mit Dimethylsulfat erschöpfend methyliert und so das früher auf eindeutiger Weise von mir synthetisch gewonnene 3, 4, 5-Trimethoxyphenyl 1-methylketon³ erhalten. Hiernach ist die Konstitution des neuen Gallacetophenons mit Sicherheit als 3, 4, 5-Trioxyphenyl 1-methylketon erwiesen. Aus dem Oxyketon dargestellte Triacetilderivat gab bei der Verseifung in alkoholischer Lösung mit Kaliumacetat nach der Methode von A. G. PERKIN⁴ im Wasserstoffstrome ein Präparat, das mit dem Ausgangsmaterial identisch befunden wurde.

¹ Journ. für prakt. Chemie 82, 275 (1910).

² v. AUWERS, Bundesmann u. Wiener Annalen 447, 162 (1926).

³ Loc. cit.

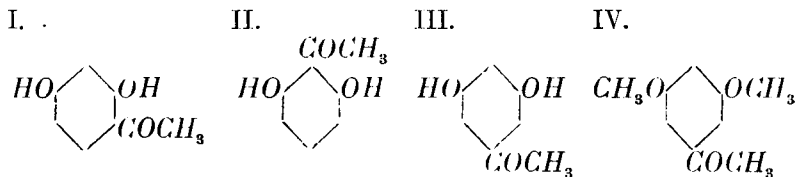
⁴ Loc. 81, 218 (1902).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 8. November 1926.)

EGY ÚJ RESACETOPHENON SZINTÉZISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A resorcinból három isomer monomethylketon származtatható le, amelyek közül eddig csak két vegyület ismeretes. NENCKI és SIEBER² az (I.) aszimmetriás vegyületet lették fel jégecetnek és zínkehlordnak resorcinra való behatásakor. Acetylchloridból és resorcindiathylesterből a FRIEDEL- és CRAFTS-féle szintézis szerint mint mellékterményt nyerték CLAUS és HUTH³ a vicinalis derivatumot (II.). Ismeretlen eddig a szimmetriás származék (III.). E vegyület szintézise nagy érdekléssel bír több természetes anyag



szerkezetével való összefüggése miatt és ez okból megkíséréltem e vegyület szintézisét. Ez sikerült is nekem a röviddel ezelőtt előállított új gallacetophenon szintézisének kidolgozott⁴ eljárás szerint. Kiindulási anyag gyanánt a metadimethoxyphenylmethylketont választottam (IV.), amely vegyületet már előzőleg⁵ a 3, 5-dimethoxybenzoesavesternek és ecetesternek fémes natrium

¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem II. sz. kémiai intézetében készült dolgozat.

² Journ. für prakt. Chemie (2) 23, 147, 537 (1881).

³ Journ. für prakt. Chemie (2) 53, 39 (1896).

⁴ Journ. für prakt. Chemie (2) 115, 1 (1926).

⁵ Journ. für prakt. Chemie (2) 107, 103 (1923).

jelenlétében való kondenzációjakor előálló 3, 5-metadimethoxybenzoylacetester ketonra való bontásakor nyertem. Az alkylgyökök lehasítását igen jó termeléssel aluminiumchlorid segítségével eszközöljük a chlorbenzolban oldott ætherrel. Az oxyketon szerkezetét azáltal bizonyítottam, hogy a vegyületet lúgos közegben dimethylsulphattal methyláltam, miáltal már az általam előzőleg egységes úton előállított ¹ 3, 5-dimethoxyphenyl 1-methylketont nyertem. Így az új resacetophenon szerkezetét bizonyossággal mint 3, 5-dioxyphenyl 1-methylketont állapítottam meg. E resacetophenonból acetylchlorid segítségével előállított acetyl-származék hidrogénáramban alkoholos kaliumacetat segítségével elszappanosítható és az így előálló termék összes tulajdonságai-
ban azonosnak bizonyult a kiindulási anyaggal.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

3, 5-Dioxyphenyl 1-methylketon.

A fentebbi vegyület előállításához szükséges metadimethoxybenzolsavat előírásom szerint ² állítottam elő és methylesterjévé alakítottam át. 62·7 g metadimethoxybenzolsavból, 29 g ecetsavas methylból és 7·7 g natriumból 8 órai hevítés által előző adataim ³ szerint állítottam elő a metadimethoxybenzoylacetestert. A ketosavból híg kénsavval való hevítéskor 18·7 g metadimethoxyphenyl-methylketont nyertem.

3 g æthert feloldunk 30 cm³ száraz chlorbenzolban, 10 g finomra porított vízmentes aluminiumchloridot adunk hozzá és 1 óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. A reakcióelegyet kihülés után jégre öntjük, tömény sósavval megsavanyítjuk és 1¹/₂ órát tartó vízgőzdesztillációval a chlorbenzolt eltávolítjuk. Az oldatot kihülése után kevés gyantás anyagokról leszűrjük és ætherrel többször kivonjuk. A natriumsulphattal szárított oldatból az æther lepárlása után visszamarad az oxyketon. A nyers-

¹ loc. cit.

² F. MAUTHNER: Journ. für prakt. Chemie (2) 87, 403 (1913).

³ F. MAUTHNER: Journ. für prakt. Chemie (2) 107, 104 (1923).

terméket ezután ecetsavæthylesterben oldjuk, csontszénnel szintelenítjük és óvatosan ligroinnal elegyítjük. Termelés 1·8 g. A terméket további tisztítása céljából kevés meleg vízben oldjuk, csontszénnel szintelenítjük és jegesvízbe állítjuk. Még egyszeri átkristályosítás után a vegyület teljesen szintelen tükben válik ki, amelyek 147—148 C°-on olvadnak. A NENCKI- és LIEBER-féle resacetophenonnal összekeverve, az olvadáspont-meghatározásnál igen nagy depressiót észleltem.

20,080 mg anyag adott: 46·410 mg CO_2 -t és 8·695 mg H_2O -t.

21,485 mg anyag adott: 49·970 mg CO_2 -t és 10·765 mg H_2O -t.

A $C_8H_8O_3$ képlet alapján a számított értékek: $C = 63·2\%$, $H = 5·2\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 62·99\%$, $H = 5·21\%$, $C = 63·44\%$, $H = 5·56\%$.

A két analízis különböző előállításoktól ered. Szintúgy a vegyület állandó összetételét az alább ismertetett diacetyl származék segítségével is ellenőriztem. A vegyület különböző előállításainál, amelyeknél az alkalmazott aluminiumchlorid mennyiségét tág határok között változtattam, mindig ugyanaz a 91—92 C°-on olvadó diacetyl származék képződött.

A vegyület könnyen oldódik vízben, acetonban, alkoholban és ætherben. A termék nehezen oldódik hideg benzolban, ellenben könnyen melegben. Az oxyketon vizes oldata vaschloriddal egy ibolyaszínű színeződést mutat. A vegyület további jellemzésére a p. nitrophenylhydrazonját és a semicarbazonját állítottam elő.

1 g resacetophenont feloldunk 30 cm³ vízben, szobahőmérsékletre hűtjük le, 1 g semicarbazidchlorhydratot és 1·4 g natriumacetatot adunk hozzá. Hétórai állás után a semicarbazon majdnem teljesen kiváltott. A vegyület további tisztítása céljából kevés alkoholban oldjuk, csontszénnel szintelenítjük és jegesvízbe állítjuk.

7·300 mg anyag adott: 1·38 cm³ nitrogént (25 C°, 718 mm).

A $C_9H_{11}O_3N_3$ képlet alapján a számított érték: $N = 20·09\%$.

Kísérletileg talált érték: $N = 20·17\%$.

A vegyület szintelen tűkben kristályosodik, amelyek könnyen oldódnak alkoholban és acetonban.

1 g resacetophenont feloldunk 20 cm³ 50 %-os ecetsavban és 1 g p. nitrophenylhydrazon ecetsavas (50 %-os) oldatával elegyítjük. Rövid hevítés után a hydrazon kiváltott és további tisztítás céljából 50 %-os ecetsavból kristályosítjuk át. Vörös, 236—237 C°-on olvadó tűkben válik ki.

6·000 mg anyag adott: 0·795 cm³ nitrogént (19 C°, 723 mm).

A $C_{14}H_{13}O_4N_3$ képlet alapján a számított érték: $N=14·62\%$.

Kísérletileg talált érték: $N=14·54\%$.

A hydrazon könnyen oldódik alkoholban és acetonban. A vegyület oldhatatlan benzolban.

A 3, 5-dioxyphenyl 1-methylketon metilálása

3, 5-dimethoxyphenyl 1-methylketonná.

1 g resacetophenont feloldunk 100 cm³ 10 %-os natronlúgban és 10 cm³ dimethylsulphattal közönséges hőmérsékleten 25 percig jól összerázzuk. Ezután még 20 cm³ 10 %-os natronlúgot adunk hozzá és egy félóra hosszat visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. Az oldat kihülése után ætherrel kivonjuk, az oldószert lepárologatjuk és a visszamaradó terméket 10 cm³ ecetsavban (50 %-os) oldjuk és 0·5 g nitrophenylhydrazin ecetsavas (10 cm³ 50 %-os) oldatával elegyítjük. Rövid hevítés után a hydrazon kiváltott és további tisztítása céljából 50 %-os ecetsavból kristályosítjuk át. A vegyület, mint azt előzőleg megadtam,¹ 157—158 C°-on olvadt és egy régebben előállított präparatummal összekeverve nem mutatott az olvadáspont-meghatározáskor depressiót.

6·880 mg anyag adott 0·835 cm³ nitrogént (19 C°, 718 mm).

A $C_{13}H_{17}O_4N_3$ képlet alapján a számított érték: $N=13·33\%$.

Kísérletileg talált érték: $N=13·22\%$.

Az ætherrel kivont folyadékban még részlegesen alkylált termékek voltak, amelyeket az oldat megsavanyítása és ætherrel való kivonása után a fentebbi módon újból dimethylsulphattal teljesen alkilálhatunk.

¹ loc. cit.

Diacetyl 3, 5-dioxyphenol 1-methylketon.

1 g resacetophenont 20 cm³ jégcetben oldunk, 50 cm³ acetylchloridot adunk hozzá és egy félóra hosszat a visszafolyó hűtőcsővel hevítjük, sok vízzel elegyítjük és egy ideig hidegben állni hagyjuk. A kiváltott acetylszármazékot leszűrjük, vízzel kimossuk és agyagtányéron szárítjuk ki. Forró ligroinból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel színtelenítjük. Színtelen tükben válik ki, amelyek 91—92 C°-on olvadnak.

21,660 mg anyag adott: 48,500 mg CO₂-t és 9,620 mg H₂O-t.

A C₁₂H₁₂O₅ képlet alapján a számított értékek: C=61·0%, H=5·1%.

Kísérletileg talált értékek: C=61·06%, H=4·93%.

A vegyület könnyen oldódik alkoholban és benzolban. A vegyület könnyen oldódik meleg ligroinban, nehezen ellenben hidegben. Az acetylszármazékot a következő módon lehet resacetophenonná elszappanosítani: 1 g acetylszármazékot feloldunk 30 cm³ alkoholban, 2·5 g kaliumacetatot adunk hozzá és 2¹/₂ óra hosszat hidrogénáramban a visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. Az oldatnak hidrogénáramban való kihűlése után 14 cm³ 2 normal kénsavval elegyítjük, a kiváltott kaliumsulphatot leszűrjük és alkohollal jól kimossuk. Az oldatot vácuumban 40 C°-on szárazra bepárologatjuk. A visszamaradó terméket kétszer melegvízből kristályosítjuk át, miközben csontszénnel színtelenítünk és az oldatot jegesvízbe helyezzük. A vegyület 147—148 C°-on olvadt meg és összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult a 3, 5-dioxyphenyl 1-methylketonnal.

19,975 mg anyag adott: 46,570 mg CO₂-t és 9,830 mg H₂O-t.

A C₈H₈O₃ képlet alapján a számított értékek: C=63·2%, H=5·2%.

Kísérletileg talált értékek: C=63·14%, H=5·46%.

A kiindulási anyaggal összekeverve az olvadáspont-meghatározásnál nem mutatott depressiót.

E munkát különben folytatom.

DIE SYNTHESE EINES NEUEN RESACETOPHENONS.

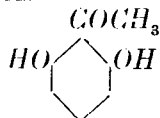
Von F. MAUTHNER.

Von dem Resorcin leiten sich drei isomere Monomethylketone ab, von denen bis jetzt nur zwei bekannt sind. NENCKI und SIEBER¹ haben die asymmetrische Verbindung (I.) durch Einwirkung von Eisessig und Zinkchlorid auf Resorcin dar-

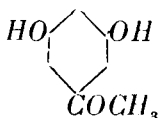
I.



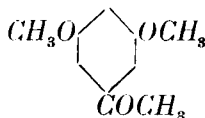
II.



III.



IV.



gestellt. Bei der Einwirkung von Acetylchlorid auf Resorcindiaethyläther nach der FRIEDEL-KRAFTS'schen Reaktion erhielten als Nebenprodukt CLAUS und HUTH² die vicinale Verbindung (II.). Unbekannt ist bisher das symmetrische Derivat (III.). Dem grossen Interesse halber, welche diese Verbindung wegen seinen Beziehungen zu verschiedenen Naturstoffen hat, habe ich seine Synthese versucht. Dies ist mir auch gelungen nach dem vor Kurzem für das neue Gallacetophenon ausgearbeitete Verfahren.³ Als Ausgangskörper wählte ich das Metadimethoxyphenylmethyleketon (IV.), welche Verbindung bereits früher⁴ von mir durch Ketonspaltung der bei Kondensation des 3, 5-Dimethoxybenzolsäureesters mit Essigsäuresäureäthyl bei Gegenwart von metallischem

¹ Journal für prakt. Chemie (2) 23, 147, 537 (1881).

² Journal für prakt. Chemie (2) 53, 39 (1896).

³ Journ. für prakt. Chemie (2) 115, 1 (1927).

⁴ Journ. für prakt. Chemie (2) 107, 103 (1923).

Natrium entstehenden 3, 5-Dimethoxybenzoylessigesters dargestellt worden ist. Die Entalkylierung dieser Verbindung erfolgt glatt durch Aluminiumchlorid auf den in Chlorbenzol gelösten Aether. Die Konstitution des Oxyketons wurde dadurch bewiesen, dass die Substanz in alkalischer Lösung mit Dimethylsulfat behandelt in 3, 5-Dimethoxyphenyl 1-methylketon übergeht, eine Verbindung, die früher¹ auf eindeutigem Wege von mir synthetisch gewonnen worden war. Hienach ist die Konstitution des neuen Resacetophenons als 3, 5-Dioxyphenyl 1-methylketon erwiesen. Aus diesem Resacetophenon mit Acetylchlorid dargestellte Diacetylprodukt konnte im Wasserstoffstrome in alkoholischer Lösung mittelst Kaliumacetat verseift werden und lieferte ein Produkt, welches in allen Eigenschaften sich identisch erwies mit dem Ausgangsmaterial.

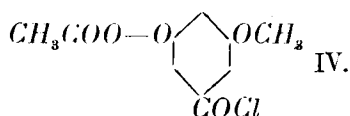
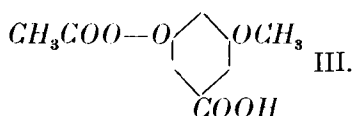
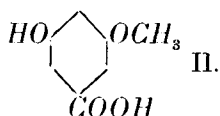
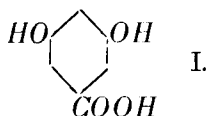
¹ loc. cit.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 14. Februar 1927.)

EGY ÚJ RESORCYLALDEHYD SZINTÉZISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A természetben előforduló, a divarintól leszármazó növényi anyagok, mint a divaricatsav és a divaricatsav² részlegesen alkylált származékok. Szintézis útján eddig csak a nem alkylált (divarin)³ származékokat állították elő. A részlegesen alkylált származékok szintézise céljából a metadioxybenzoesav (I) részleges alkylációját tanulmány tárgyává tettem. Egy molekula natronlúgnak és dimethylsulfátnak egy molekula metadioxybenzoesavra való hatásakor nem sikerült a reakció termékei között a monomethyl α -resorcylsavat (II) elkülöníteni.



Midőn ellenben előző, a gallussavmethylester részleges alkylációjával végzett⁴ vizsgálataimmal egyezőleg, ez esetben is, ha egy molekula metadioxybenzoesavmethylesterre egy molekula

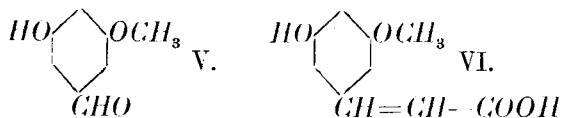
¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem II. számú kémiai intézetében készült dolgozat.

² O. HESSE: *Journal für prakt. Chemie* [2] 83, 42 (1911).

³ F. MAUTHNER: *Journal für prakt. Chemie* [2] 108, 109 (1924); *Math. és Természettud. Ért.* 1925, 74.

⁴ F. MAUTHNER: *Ann.* 449, 102 (1926).

nátriumhydroxydet és dimethylsulfátot hagyunk hatni, akkor sikerül a monomethylmetadioxybenzoesavat (II) előállítani. A monomethylmetadioxybenzoesav lúgos közegben chlorszénsavasmethyl behatására a 3-carbomethoxy 5-methoxy 1-benzoesavvá (III) alakul át. E savból és phosphorpentachloridból a 3-carbomethoxy 5-methoxy 1-benzoylchlorid (IV) képződött. A savchloridnak katalitikus redukciójakor hidrogénnel ROSENMUND eljárása szerint a 3-carbomethoxy 5-methoxy 1-benzaldehyd létesült. Ez utóbbi vegyületet hidrogénáramban hig natronlúggal elszappanosítva a 3-oxy 5-methoxy 1-benzaldehyd (V) nyerjük. Mint első alkalmazását ez



új resorcyaldehydnek megkíséréltem a 3-oxy 5-methoxy 1-fahéjsavnak szintézisét. E vegyület előállítása sikerül a KNOEVENAGEL-féle szintézis szerint, ha a 3-oxy 5-methoxy 1-benzaldehyd-et malonsavval kondenzáljuk piperidin jelenlétében, akkor egyidejű szénsav kiválás közben mindjárt a 3-oxy 5-methoxy 1-fahéjsav képződik.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

3-Oxy 5-methoxy 1-benzoesav.

Legelőször megkíséréltem a metadioxybenzoesav közvetlen methylálása útján dimethylsulfáttal és natronlúggal a monomethylmetadioxybenzoesavat előállítani. E kísérletek sikertelenek voltak, mert a sav methylezési termékei között a monomethylestert nem sikerült elkülöníteni. Jobb eredménnyel járt előző, a gallussavnál végzett kísérleteimmel egyezően, ebben az esetben is a metadioxybenzoesavmethylesternek a methylációja. Ezt az estert már előzőleg HERZIG¹ is kis mennyiségben előállította. A vegyületnek nagyobb mennyiségben való előállítását célszerűen a következőképpen eszközöljük: 200 g metadioxybenzoesavhoz 400 cm³ töménymethylalkoholt adunk és 20 percig száraz sósavgázt ve-

HERZIG und EPSTEIN: Mon. 29, 668 (1908).

zetünk be. A reakcióelegyet ezután 6 óra hosszat a vízfürdőn visszafolyó hűtőcsővel hevítjük és ezután az alkoholt egy harmad térfogatára desztilláljuk le. A visszamaradó terméket ætherrel jól kivonjuk és az ætheres oldatot kétszer hig szódaoldattal átrázzuk. Az ætherikus oldatot nátriumsulfáttal szárítjuk, az æthert lepárolgatjuk és a visszamaradó terméket 400 cm^3 forró vízből kristályosítjuk át. A nyerstermék egy sötétkékszinű festőanyagot tartalmaz, amelyet háromszori csontszénnel való kezelés által különíthetünk el. Az oldat lehülésekor kiváltott estert leszűrjük és ez a termék a HERZIG által előzőleg megadott tulajdonságokkal bír. Termelés 85 g. Az anyalúg töményítése útján még 10 g estert nyerünk. Végül az anyalúg teljes bepárlásakor még 16 g estert állíthatunk elő.

10 g methadimethoxybenzoessavmethylestert erős rázás közben kis részletekben hozzáadagolunk $2\cdot4\text{ g}$ nátriumhydroxydnek és 25 cm^3 víznek kihűlt oldatához, ezután pedig egynehány percre az ester teljes feloldásáig rázzuk az oldatot. A methylezéshez 6 cm^3 dimethylsulfátot adunk az oldathoz, hideg vízzel jól lehűtjük s egy félóra hosszat közönséges hőmérsékleten jól összerázzuk. A reakcióelegyet ezután 50 cm^3 10%-os nátronlúggal lúgossá tesszük, jól lehűtjük és ætherrel kivonjuk. Az æther lepárlása után 1 g anyag marad vissza, amely a közelebbi vizsgálatkor metadioxybenzoessavmethylesternek bizonyult. A lúgos oldatot 30 cm^3 töménysósavval megsavanyítjuk és 40 g szilárd vízmentes nátriumkarbonátot adunk hozzá. A lehűlt oldatot ætherrel kivonjuk és az oldószer ledesztillálása után visszamaradó terméket benzolból kristályosítjuk át, miáltal $0\cdot2\text{ g}$ változatlan kiindulási anyagot nyerünk. Az oldatot sósavval megsavanyítjuk, ætherrel kivonjuk és az æthert ledesztilláljuk. A visszamaradó terméket 50 cm^3 benzollal egy félóra hosszat a vízfürdőn kivonjuk, miáltal $0\cdot15\text{ g}$ metadimethoxybenzoessavat nyerünk. A benzollal kivont anyagot 30 cm^3 vízből átkristályosítjuk, miközben csontszénnel szintelenítjük. Termelés $3\cdot1\text{ g}$. Ez eljárást még kétszer 25 cm^3 vízzel megismételjük, miáltal $1\cdot5\text{ g}$ tiszta 3-oxy-5-methoxy-1-benzoessavat nyerünk.

20,710 mg anyag adott: $13,270\text{ mg CO}_2$ -t és $8,970\text{ mg H}_2\text{O}$ -t.

A $C_8H_8O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C = 57.14\%$, $H = 4.76\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 56.97\%$, $H = 4.81\%$.

A vegyület szintelen tűkben válik ki, amelyek $202-203^\circ\text{C}$ -on olvadnak. A termék igen könnyen oldódik alkoholban és acetonban. Az oxysav alkoholos oldata vaschlорiddel nem ad színeződést.

3-Carbomethoxy 5-methoxy 1-benzoeshav.

8.7 g monomethyl α -resorcyhsavat 103.5°C -n nátronlúgban oldunk, majd hűtőkeverék segélyével az oldatot megfagyásig lehűtjük. Ezután erős rázás közben 5.4 g chlorszénsavasmethylt három részletben 30 perc leforgása alatt hozzáadagolunk az oldathoz, miközben minden egyes [alkalomkor előbb a reakcióelegyet erősen lehűtjük. Az oldatot megsavanyítjuk, a kiváló carbomethoxyszármazékot leszűrjük, vízzel jól kimossuk és hig acetonból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítjük. Termelés 10.4 g.

19,720 mg anyag adott: 38,340 mg CO_2 -t és 8.070 mg H_2O -t.

A $C_{10}H_{10}O_6$ képlet alapján a számított értékek: $C = 53.1\%$, $H = 4.4\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 53.01\%$, $H = 4.54\%$.

A vegyület $145-146^\circ\text{C}$ -on olvad. A termék könnyen oldódik acetonban és meleg benzolban. Ligroinban a vegyület hidegen oldhatatlan, ellenben könnyebben oldódik melegben.

3-Carbomethoxy 4-methoxy 1-benzoylchlorid.

14.6 g finomra porított és kiszáritott carbomethoxy α -resorcyhsavat egy fraktionáló lombikban 30°C -száraz chloroformmal leöntünk és 17 g porított phosphorpentachloridet adunk hozzá, miközben a lombik elvezetőcsövét a külső nedvesség távoltartására chlorcalciumesővel látjuk el. Az első heves reakció után az elegyet még tíz percig hevítjük a vízfürdőn. Az illó termékeket ezután a vacuumban 40°C -ot nem meghaladó hőmérsékleten ledestilláljuk és a visszamaradó terméket 150°C -sz meleg ligroin-

ból kristályosítjuk át. Az oldatot jeges vízbe állítjuk, miáltal a chlorid kiválik, melyet leszűrünk és petroleumætherrel jól kimosuk. Termelés 18·8 g, 0·2277 g anyag adott 0·1325 g $AgCl$ -t.

A $C_{10}H_9O_5Cl$ képlet alapján a számított érték $Cl = 14·51\%$.

Kísérletileg talált érték: $Cl = 14·40\%$.

A chlorid szintelen tűkben válik ki, amelyek nem élesen 57–58 C°-on olvadnak. A chlorid könnyen oldódik benzolban és chloroformban.

3-Carbomethoxy 5-methoxy 1-benzaldehyd.

5 g chloridet feloldunk 15 cm³ száraz toluolban, 2 g palladiumbaryumsulfát katalizátort adunk hozzá és 6 óra hosszat szárított hidrogénáramot vezetünk rajta keresztül, miközben az oldat hőmérsékletét állandóan 110 C°-on tartjuk. Ezután még melegen a katalizátort leszűrjük és meleg benzollal jól kimosuk. Az oldatot vacuumban 40 C°-ot nem meghaladó hőmérsékleten ledestilláljuk és a visszamaradó terméket vacuumexsiccatorba helyezzük. A terméket tovább nem tisztítjuk, hanem az alábbi módon mindjárt elszappanosítjuk.

3-Oxy 5-methoxy 1-benzaldehyd.

11·6 g carbomethoxyterméket 100 cm³ alkoholban oldunk, egy WouLF-féle palackba öntjük és a levegőt hidrogénnel kiszorítjuk. Ezután 44·5 cm³ 2 n. nátronlúgot csepegtetünk hozzá, miközben folyton hidrogént vezetünk át a reakcióelegyen és egy óra hosszat közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk. E közben az aldehyd nátriumsója legnagyobbbrészt kiválik. Ezután 48 cm³ 2 n. kénsavat csepegtetünk az oldathoz és vacuumban 40 C°-on bepárologatjuk. Az oldat töményítése közben az aldehyd kiválik, melyet leszűrünk és agyagtányéron szárítunk ki. Termelés 5·9 g. Az anyalúgot ætherrel kivonjuk, miáltal még 1 g aldehydet nyerünk. A vegyület további tisztítása céljából az aldehydet ligroinból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítjük. Egész tisztán nyerjük az aldehydet, ha még egyszer meleg vízből átkristályosítjuk. (1 g aldehydre 30 cm³ víz szükséges.) Az aldehyd szintelen tüket alkot, amelyek 130–131 C°-on olvadnak.

20,830 mg anyag adott: 48,380 mg CO_2 -ot és 10,190 mg H_2O -t.

A $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ képlet alapján a számított értékek: $\text{C} = 63.15\%$, $\text{H} = 5.26\%$.

Kísérletileg talált értékek: $\text{C} = 63.32\%$, $\text{H} = 5.43\%$.

A vegyület könnyen oldódik jégecetben és benzolban. A termék ligroinban nehezen oldódik. Az aldehyd további jellemzése céljából még a p. nitrophenylhydrazont és a semicarbazont állítottam elő.

1 g aldehyd feloldunk 20 cm^3 50%-os ecetsavban, az oldatot felmelegítjük és 1 g. p. nitrophenylhydrazin meleg ecetsavas (20 cm^3 , 50%-os) oldatát elegyítjük hozzá. A hydrazon rögtön kiválik és további tisztítása céljából 50%-os ecetsavból kristályosítjuk át.

7.430 mg anyag adott: 1.025 cm^3 nitrogént (19°C , 712 mm).

A $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4$ képlet alapján a számított érték $\text{N} = 14.63\%$.

Kísérletileg talált érték: $\text{N} = 14.76\%$.

A hydrazon vörös tűkben válik ki, amelyek $221-222^\circ\text{C}$ -on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik alkoholban, ellenben majdnem oldhatatlan benzolban.

1 g aldehyd feloldunk 20 cm^3 alkoholban, 1 g semicarbazidchlorhydrátot és 1.2 g natriumacetátot, mindkettőt kevés vízben oldva adunk hozzá. Három óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel a vízfürdön hevítjük, ezután sok vizet adunk hozzá és hosszabb ideig állni hagyjuk. A vegyület további tisztítása céljából meleg vízből kristályosítjuk át és csontszénnel színtelenítjük.

7.120 mg anyag adott: 1.30 cm^3 nitrogént (19°C 721 mm).

A $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{N}_3\text{O}_3$ képlet alapján a számított érték: $\text{N} = 20.09\%$.

Kísérletileg talált érték: $\text{N} = 19.97\%$.

A semicarbazon szintelen tüket alkot, amelyek $197-198^\circ\text{C}$ -on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik alkoholban, acetonban, ellenben igen nehezen benzolban.

3-Oxy 5-methoxy 1-fahéjsav.

1 g aldehyd, 1 g malonsavat feloldunk 20 cm^3 alkoholban és 1 g piperidinnel háromnegyed óra hosszat a vízfürdön

hevitjük. A visszamaradó terméket 20 cm³ vízben oldjuk, 10 cm³ 10%-os kénsavval megsavanyítjuk és éjjelen át állni hagyjuk. A kiváltott kristályokat leszűrjük, vízzel kimossuk és további tisztítás céljából a vízből kristályosítjuk át, miközben csontszén-nel szintelenítjük.

20,100 mg anyag adott: 45,550 mg CO₂-t és 9,670 mg H₂O-t.

Kísérletileg talált értékek: $C = 61.79\%$, $H = 5.35\%$.

A C₁₀H₁₀O₄ képlet alapján a számított értékek: $C = 61.86\%$, $H = 5.15\%$.

A sav szintelen tüket alkot, amelyek 198—199 C°on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik alkoholban, acetonban és jégcetben. A termék nehezen oldódik hideg vízben, ellenben könnyen melegben.

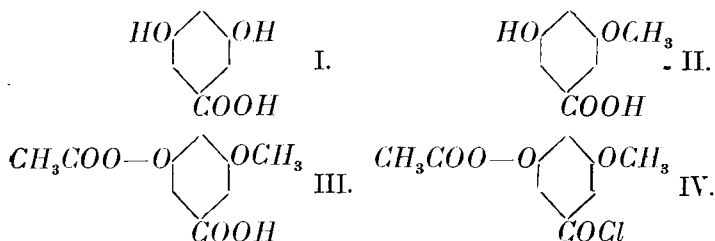
A vizsgálatot különben folytatom.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1927. évi május hó 2.-án tartott üléséből.)

DIE SYNTHESE EINES NEUEN RESORCYL- ALDEHYDS.

Von F. MAUTHNER.

Die in der Natur vorkommenden bisher bekannten von dem Divarin sich ableitenden Pflanzenstoffe, wie die Divaricatin-säure und Divaricatsäure¹ sind partielle alkylierte Derivate. Synthetisch sind bisher dargestellt worden die nicht alkylierten (Divarin-)² Verbindungen. Um die Synthese [auch der partiell- alkylierten Verbindungen in Angriff zu nehmen, beschäftigte ich mich zunächst mit der Untersuchung der partiellen Alkylierung der Metadioxybenzoesäure (I). Bei der Untersuchung der Einwirkung von 1 Mol. Alkali und Dimethylsulfat auf 1 Mol. Meta-dioxybenzoesäure konnte die Monomethylmetadioxybenzoesäure(II)



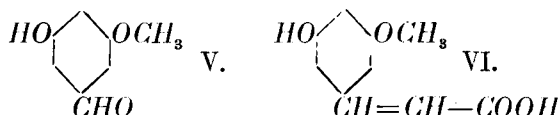
unter den Reaktionsprodukten nicht gefasst werden. Als indessen entsprechend früheren³ Erfahrungen, die bei der partiellen Alkylierung des Gallussäuremethylesters gemacht wurden, auch hier auf 1 Mol. Metadioxybenzoesäuremethylester 1 Mol. Alkali und

¹ O. HESSE: Journ. prakt. Ch. [2] 83, 42 (1911).

² F. MAUTHNER: Journ. prakt. Ch. [2] 198, 100 (1924).

³ F. MAUTHNER: An. 449, 102 (1926).

Dimethylsulfat einwirken gelassen wurde, konnte die bisher unbekannte Monomethylmetadioxybenzoesäure (II) dargestellt werden. Die Monomethylmetadioxybenzoesäure lieferte in alkalischer Lösung mit Chlorkohlensäuremethyl die 3-Carbomethoxy 5-Methoxy 1-Benzoesäure (III). Durch Einwirkung von Phosphor-pentachlorid entstand daraus das 3-Carbomethoxy 1-Benzoylchlorid (IV). Bei der katalytischen Reduktion nach der ROSENMUND'schen Reaktion mit Wasserstoff bildete sich der 3-Carbomethoxy 5-Methoxy 1-Benzaldehyd. Die letztere Verbindung konnte im Wasserstoffstrome durch verdünnte Lauge zum 3-Oxy 5-Methoxy 1-Benzaldehyd (V) verseift werden. Als erste Anwen-



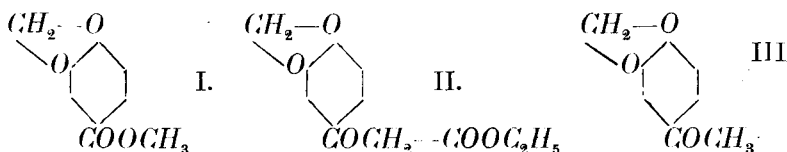
dung dieses neuen Resorcyaldehyds für synthesesische Zwecke führte ich die Synthese der 3-Oxy 5-Methoxy 1-Zimmtsäure aus. Die Synthese dieser Säure gelingt nach dem KNOEVENAGEL'schen Verfahren durch Kondensation des 3-Oxy 5-Methoxy 1-Benzaldehyds mit Malonsäure bei Gegenwart von Piperidin, wobei unter gleichzeitiger Kohlensäureabspaltung sogleich die 3-Oxy 5-Methoxy 1-Zimmtsäure entsteht. (VI.)

(Aus der Sitzung vom 2. Mai 1927 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

AZ ACETOPIPERON EGY ÚJ SZINTÉZISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

Az acetopiperont CIAMICIAN és SILBER² a protocotoin oxidációjakor nyerték első ízben (III). Szintézis útján való előállítására eddig a legegyszerűbb a POSNER³ által feltalált eljárás, amely



hydroxylaminnek methylendioxyfahéjsavra való behatásakor előálló acetopiperonoxim hydrolysisén alapszik. Az aromás oxyketonok szintézisével foglalkozó⁴ munkáim folytatása közben még egy egyszerűbb szintézisét leltem fel e vegyületnek. Az acetopiperon szintézise a rendes úton a piperonylsavchloridból és acetylecetesterből nem eszközölhető, mert a piperonylsav nem reagál normális módon⁵ phosphorpentachloriddal. Ellenben a szintézist sikerül az általam az utolsó években gyakrabban aromás oxyketonok szintézisére használt eljárás szerint⁶ a piperonylsavmethylesternek (I) ecetsavæthylesterrel fémess nátrium

¹ A budapesti Pázmány Péter tud.-egyetem II. számú kémiai intézetében készült dolgozat.

² Ber. 24, 2989 (1891); Ber. 25, 1127 (1892).

³ An. 389, 67 (1912).

⁴ F. MAUTHNER: Journ. für prakt. Chemie [2] 82, 275 (1910); [2] 112, 270 (1926); [2] 112, 57 (1925); [2] 107, 103 (1923).

⁵ FITTIG u. REMSEN: An. 159, 139 (1871).

⁶ loc. cit.

jelenlétében való kondenzációja útján a 3, 4-methylendioxybenzoylecettestert (II) előállítani. Ez az utóbbi vegyület híg kénsavval való hevítés útján acetopiperonná (III) alakul át. E ketont munkáim kísérleti részében több származéka útján jellemeztem.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Piperonylsavmethylester.

A fenti vegyület előállításához szükséges piperonylsavat a CATELLAIN¹ által legutóbb ajánlott eljárás szerint piperonálnak káliumpermanganáttal való oxidációja útján állítottam elő. Az ester előállítására 50 g piperonylsavat 400 cm³ tömény methylalkohollal öntünk le és száraz sósavgázzal telítjük. Vízfürdőn hat óra hosszat hevítjük, az alkoholt ledesztilláljuk és a visszamaradó terméket ætherrel kioldjuk. Az ætheres oldatot szódalddal rázzuk át. Az æther lepárlása után visszamaradó terméket fraktionálva desztilláljuk és így 47 g estert nyerünk, amely 270—271 C°-on forr 777 mm nyomás alatt. A vegyületet további tisztítása céljából ligroinból kristályosítjuk át. Olv. p. 51—52 C°, előző irodalmi² adatokkal egyezően.

19,840 mg anyag adott 43,740 mg CO₂-t és 8·150 mg H₂O-t.

A C₉H₈O₄ képlet alapján számított értékek: C = 60·0%, H = 4·4%.

Kísérletileg talált értékek: C = 60·13%, H = 4·56%.

Az ester szintelen kristályokat alkot, amelyek a használatos organikus oldószerekben könnyen oldódnak.

3, 4-Methylendioxybenzoylecettester.

47·9 g piperonylsavmethylestert, 29 g ecetsavasæthylt és 6·2 g fonallá sajtolt fémes nátriumot 8 óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel a vízfürdőn hevítünk. Ezután a reakcióelegyhez 400 cm³ vizet adunk és egy félóráig rázzuk, míg a ketosav feloldódik.

¹ Bul. Soc. Chim. [4] 39, 1186 (1926).

² Rec. 16, 47.

Az elegyet ætherrel kivonjuk és az ætheres oldatot hig nátronlúggal többször átrázzuk. Mindkét lúgos oldatot hűtés közben megsavanyítjuk és a kiváltott ketosavat ætherrel kivonjuk. Az ætherikus oldatot kétszer tömény káliumbikarbonátoldattal átrázzuk és nátriumsulfáttal szárítjuk. Az æther lepárlása után visszamaradó anyag mihamar megdermed, ekkor egy olajszerű melléktermék eltávolítására agyagtányéron szárítjuk ki, majd ligroinból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítünk.

21,090 mg anyag adott: 4,7310 mg CO_2 -t és 9,180 mg H_2O -t.

A $C_{12}H_{12}O_5$ képlet alapján a számított értékek: $C = 61.0\%$, $H = 5.1\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 61.17\%$, $H = 4.83\%$.

A vegyület szintelen tűkben kristályosodik, amelyek $70-71^\circ C$ -on olvadnak. A ketosav könnyen oldódik alkoholban, ætherben és benzolban. A vegyület további jellemzése céljából még a pyrazolonszármazékát állítottam elő.

1 g ketosavat 20 cm^3 50%-os ecetsavban oldunk, 1 g phenylhydrazin ecetsavas (20 cm^3 , 50%-os) oldatát adjuk hozzá és az oldatot rövid ideig hevítjük. A kiváló pyrazolonszármazékot a további tisztítás céljából hig alkoholból kristályosítjuk át.

6,540 mg anyag adott: 0.60 cm^3 nitrogént ($19^\circ C$, 728 mm).

A $C_{16}H_{12}O_3N_2$ képlet alapján a számított érték: $N = 10.00$.

Kísérletileg talált érték: $N = 10.13\%$.

A vegyület világossárga színű tűkben kristályosodik, amelyek $145-146^\circ C$ -on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik acetonban, alkoholban és benzolban, ellenben nehezen meleg ligroinban.

Acetopiperon.

A ketosavnak acetopiperonná való átváltoztatására a nyers-terméket alkalmazzuk a következő módon:

15.9 g ketosavat 400 cm^3 10%-os kénsavval 8 óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel hevítünk. Ezután a reakcióelegyet ætherrel kivonjuk (a megolvadt és ezután megdermedt rész csak meleg ætherben oldódik), az ætheres oldatot hig nátronlúggal rázzuk át és nátriumsulfáttal szárítjuk. Az oldószer lepárlása után visszamaradó ketont agyagtányéron szárítjuk ki (5.1 g) és további

tisztítás céljából meleg vízből kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítjük. Olv. p. 87–88 C°.¹

20,550 mg adott 49,700 mg CO₂-t és 9,240 mg H₂O-t.

A C₉H₈O₃ képlet alapján a számított értékek: C = 65·8%, H = 4·9%.

Kísérletileg talált értékek: C = 65·93%, H = 4·99%.

A vegyület további jellemzése céljából még a látszólag nem ismertetett z. nitrophenylhydrazont és a semicarbazont állítottam elő. 1 g acetopiperont 20 cm³ 50%-os ecetsavban oldunk és melegen 1 g p. nitrophenylhydrazin ecetsavas (20 cm³, 50%-os) oldatával elegyítjük. A hydrazon rögtön kiválik és további tisztítás céljából alkoholból kristályosítjuk át.

6,680 mg anyag adott: 0·87 cm³ nitrogént (20 C°, 721 mm).

A C₁₅H₁₃O₄N₃ képlet alapján számított érték: N = 14·04%.

Kísérletileg talált érték: N = 14·20%.

A p. nitrophenilhydrazon vörös tüket alkot, amelyek 205–206 C°-on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik meleg alkoholban és benzolban. Acetonban a termék igen könnyen oldódik. 1 g acetopiperont 20 cm³ alkoholban oldunk, 1 g semicarbazidchlorhydrátot, 1·2 nátriumacetátot, mindkettőt kevés vízben oldva adunk hozzá és 3 óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel a vízfürdőn hevítjük. Ezután a reakcióelegyet sok vízzel elegyítjük, miáltal a semicarbazon kiváltott. A vegyület további tisztítása céljából alkoholból kristályosítjuk át.

5·920 mg anyag adott: 1·05 cm³ nitrogént (19 C°, 713 mm).

A C₁₀H₁₁O₃N₃ képlet alapján számított érték: N = 19·0%.

Kísérletileg talált érték: N = 19·18%.

A semicarbazon szintelen tüket alkot, amelyek 241–242 C°-on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik meleg alkoholban, ellenben igen nehezen acetonban, A termék igen nehezen oldódik meleg benzolban.

4', 5', Oxymethylen 3, 4, 5-trimethoxychalkon.

A fentebbi vegyület előállításához szükséges trimethylgallusaldehydet² az előbb megadott eljárás szerint állítottam elő.

¹ loc. cit.

² F. MAUTHNER Ber. 41, 920 (1908).

A kondenzációt az alábbi módon eszközöltem: 1 g acetopiperont, 1 g trimethylgallusaldehydet feloldunk 15 cm³ alkoholban és erős rázás közben 1·2 g 50 %-os nátronlúgot adunk hozzá, egy napig közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk és azután a kiváltott kondenzációsterméket alkoholból átkristályosítjuk.

19,986 mg anyag adott: 48,670 mg CO₂-t és 9,820 mg H₂O-t.

A C₁₉H₁₈O₆ képlet alapján a számított értékek: C = 66·7 %, H = 5·2 %.

Kísérletileg talált értékek: C = 66·40 %, H = 5·44 %.

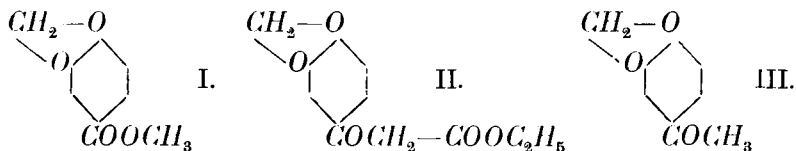
A chalkon világos-sárga tüket alkot, amelyek 147—148 C°-on olvadnak. A vegyület igen könnyen oldódik alkoholban, benzolban és acetonban, ellenben nehezen meleg ligroinban.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 május hó 2-án tartott üléséből.)

ÜBER EINE NEUE SYNTHESE DES ACETOPIPERONS.

Von F. MAUTHNER.

Das Acetopiperon ist von CIAMICIAN und SILBER¹ bei der Oxydation des Protocotins erhalten worden (III). Synthetisch ist bisher am zweckmäßigsten seine von POSNER² aufgefundene Dar-



stellung, die auf der Spaltung des Acetopiperonoxims beruht, welche Verbindung durch Einwirkung von Hydroxylamin auf Methylendioxyzimmtsäure entsteht. Bei der Weiterführung meiner Untersuchungen über die Synthese der aromatischen Oxyketone³ habe ich eine noch einfachere Synthese aufgefunden. Die Synthese des Acetopiperons ist auf dem üblichen Wege durch das Chlorid der Piperonylsäure und Acetessigester nicht durchführbar, weil die Piperonylsäure nicht normal⁴ mit Phosphorpentachlorid reagiert. Indessen gelingt die Durchführung der Synthese auf den von mir in den letzten Jahren für die Synthese der aromatischen Oxyketone öfter eingeschlagenem Wege, durch Kondensation des Piperonylsäureesters (I) mit Essigsäureäthylester bei Gegenwart von metallischem Natrium zum Methylendioxybenzoylessigester (II). Diese Verbindung geht durch Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure in Acetopiperon (III) über. Dieses Keton ist im Experimentellen Teil der Arbeit durch mehrere Derivate näher charakterisiert.

¹ Ber. 24, 2989 (1891); Ber. 25, 1127 (1892).

² Ann. 389, 67 (1912).

³ F. MAUTHNER: Journal für prakt. Chemie [2] 82, 286 (1910); Journ. für prakt. Chemie [2] 112, 270 (1926); Journ. für prakt. Chemie [2] 112, 57 (1925).

⁴ Fittig und Remsen: An. 159, 139 (1871).

(Aus der Sitzung vom 2. Mai 1927 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

A MÁSODFOKÚ KÉPZETES SZÁMTEST OSZTÁLYSZÁMÁRÓL.

RÉDEI LÁSZLÓ Miskolcon, ref. főgymn.

A másodfokú számtest osztálycsoportjának 2-höz tartozó bázis száma $\lambda - 1$, hol λ a discriminans különböző prímtenyezőinek számossága (az ideálok æquivalentiája «szűkebb» értelemben veendő);¹ annál inkább osztható az osztályszám $2^{\lambda-1}$ -vel. Ennél több, általános eredmény az osztálycsoport szerkezetére nézve nem ismeretes. E dolgozatban bebizonyítjuk, hogy *negatív discriminans*² esetében az osztályszámnak 2^{λ} -val oszthatósága csupán a 2, -1 számoknak és a discriminans prímtenyezőinek egymásra vonatkoztatott négyzetes karakterétől függ (helyesebben, függ még attól, hogy a discriminans mod. 8 melyik számosztályba tartozik); e függés módjára sikerült explicit kifejezést találnunk. Más szóval: 4-edfokú ideálosztály (mint csoportelem) létezésére kritériumot nyertünk. Vizsgálatainkat — feltételezve az idevágó osztályszámformulákat — elemi úton végezzük, csupán a szám-tani haladvány tétele jut még némi szerephez.

Definíciók és jelölések. Jelentsen $n = p_1 p_2 \dots p_r$ négyzetmentes páratlan pozitív egész összetett számot, p_i törzsszámot. Legyen D discriminansa egy tetszésszerű másodfokú képzetes számtestnek és $H(-D)$ a hozzátartozó osztályszám. Akkor $D = 2^{\omega} n$ tehető, hol $\omega = 0, n \equiv 3 \pmod{4}$ vagy $\omega = 2, n \equiv 1 \pmod{4}$ vagy $\omega = 3$.

Ha $(a, n) = 1$, akkor jelentse $\left(\left(\frac{a}{p_1}\right), \dots, \left(\frac{a}{p_r}\right)\right)$ az a -nak

¹ V. Ö. HECKE, Vorl. ü. d. Theorie d. alg. Zahlen (1923), S. 179.

² Szerző reméli, hogy a sokkal nehezebbnek látszó pozitív discriminans esetére más helyen visszatérhet.

n -re vonatkoztatott $\chi(a)$ karakterét; az $(1, 1, \dots)$ karakterű számok a négyzetes maradékok mod n .

Jelölje $\varphi_{x,y}(n)$ azoknak az r számoknak számosságát, melyekre $x \leq r \leq y$, $(r, n) = 1$. (Az EULER-féle jel $\varphi(n) = \varphi_{0,n}(n)$). Jelentse $V_{x,y}(n, a)$ az $\frac{1}{2^v} \varphi_{x,y}(n)$ -nel kevesbitett számosságát azoknak az i -knek, melyekre $x \leq i \leq y$, $\chi(i) = \chi(a)$ teljesül. Akkor:

$$V_{x,y}(n, a) = \sum_{x \leq i \leq y} \frac{1 + \left(\frac{ai}{p_1}\right)}{2} \cdots \frac{1 + \left(\frac{ai}{p_v}\right)}{2} - \frac{1}{2^v} \varphi_{x,y}(n), \quad (1)$$

ahol a „ $'$ » jel az n -hez nem relatív prím értékek kihagyását jelenti. Ugyanis itt a szorzat $= 1$, ha $\chi(i) = \chi(a)$, különben $= 0$. Vizsgálataink forrása az (1) egyenlet.³

Legyen még

$$h_{x,y}(n) = \sum_{x \leq i \leq y} \left(\frac{i}{n}\right), \quad (2)$$

megegyezve, hogy $\left(\frac{i}{n}\right) = 0$, ha $(i, n) > 1$. Ha $x = 0$, $y = \frac{u}{v}n$, akkor $\varphi_{x,y}$, $V_{x,y}$, $h_{x,y}$ helyett rendre $\varphi_{\frac{u}{v}}(n)$, $V_{\frac{u}{v}}(n, a)$, $h_{\frac{u}{v}}(n)$ -t írunk. Akkor az osztályszámformulák — egyszerű átalakítással — a következők:

$$h_{\frac{1}{2}}(n) = \left(2 - \left(\frac{2}{n}\right)\right) H(-n), \quad (n \equiv 3 \pmod{4}) \quad (3_0)$$

$$h_{\frac{1}{4}}(n) = \frac{1}{2} H(-4n), \quad (n \equiv 1 \pmod{4}) \quad (3_2)$$

$$h_{\frac{3}{4}}(n) + \left(\frac{-1}{n}\right) h_{\frac{1}{4}}(n) = \frac{1}{2} H(-8n). \quad (3_3)$$

(Az $\omega = 0, 2, 3$ esetekhez tartozó egyenletek számozásait rendre 0, 2, 3 mutatókkal látjuk el.)

³ Ugyanez a reláció forrása érdekes vizsgálatoknak a négyzetes maradékok eloszlásának elméletében, összetett modulus esetében; a szerzőnek erre vonatkozó dolgozata más helyen fog megjelenni. V. ö. még szerző cikkével: Ein neuer Beweis des quadr. Rec.-satzes, Journ. f. d. r. u. ang. Math. (Bd. 155). 1926.

Végül legyen

$$\varepsilon(n) = \left(\frac{-1}{n}\right) = (-1)^{\frac{n-1}{2}}, \quad \eta(n) = \left(\frac{2}{n}\right) = (-1)^{\frac{n^2-1}{8}}, \quad (4)$$

míg $\varepsilon(p_k) = \varepsilon_k$, $\eta(p_k) = \eta_k$. Akkor a négyz. rec. tétel az

$$\left(\frac{n}{m}\right) \left(\frac{m}{n}\right) = \frac{1 + \varepsilon(m) + \varepsilon(n) - \varepsilon(mn)}{2} \quad (5)$$

alakban írható, ahol m, n páratlan, egynél nagyobb, négyzetmentes relatív prim egész számok.

Tárgyalásunk a $-D = -n, -4n, \dots, -8n$ esetek szerint csakhamar háromfelé válik. Ez esetek egymásközt nagy hasonlóságot fognak felmutatni, azonban szembeszökő eltéréseket is úgy a tárgyalásban, mint az eredményben. Míg bizonyos szempontból legegyszerűbbnek tekintendő az első eset, más szempontból ez a legbonyolultabb. Minden részletében tárgyalni fogjuk az első (legjellegzetesebb) esetet; a másik kettő tárgyalását párhuzamosan vezetjük és csak az eltérésekre fogunk rámutatni.

1. Az (1) egyenletet szorozzuk 2^r -vel, akkor $\sum_{x \leq i \leq y} 1 = \varphi_{x,y}(n)$ figyelembevételével azt nyerjük, hogy

$$2^r \mid_{x,y}(n, a) = \sum_{x \leq i \leq y} \sum_{\substack{d \mid n \\ d > 1}} \left(\frac{ai}{d}\right);$$

(u, v azt jelenti, hogy u osztója v -nek). Ebből a Möbius-féle μ_d jel alkalmazásával

$$2^r \mid_{x,y}(n, a) = \sum_{\substack{d \mid n \\ d > 1}} \sum_{\substack{d \mid n \\ d > 1}} \sum_{\substack{x \\ d} \leq i \leq \frac{y}{d}} \mu_d \left(\frac{adi}{d}\right) \quad (6)$$

következik. (Itt d számára eredetileg az összes $d \mid n$ értékek megengedendők lettek volna, ámde $\left(\frac{d}{d}\right) = 0$, ha $(d, d) > 1$).

Hogy a további tárgyalást ne kelljen megszakítanunk, ide írjuk a következő, könnyen nyerhető formulákat:

$$\varphi_{\frac{1}{2}}(n) = \frac{1}{4} \varphi(n) + \frac{1}{4} \Pi\left(\left(\frac{-1}{p}\right) - 1\right),$$

$$\varphi_{\frac{3}{8}}(n) = \frac{1}{8} \varphi(n) + \frac{1}{8} \left(\Pi\left(\left(\frac{-1}{p}\right) - 1\right) + 2\Pi\left(\left(\frac{-2}{p}\right) - 1\right) \right),$$

$$\varphi_{\frac{5}{8}}(n) = \frac{3}{8} \varphi(n) + \frac{1}{8} \left(-\Pi\left(\left(\frac{-1}{p}\right) - 1\right) + 2\Pi\left(\left(\frac{-2}{p}\right) - 1\right) \right),$$

melyekben p befutja n minden prímtényezőjét. (Így a másodikra nézve

$$\varphi_{\frac{1}{2}}(n) = \sum_{d|n} \mu_d E\left(\frac{n}{8d}\right),$$

hol $E(x)$ az «entier» függvény, tovább átalakítandó

$$E\left(\frac{n}{8}\right) = \frac{1}{8} \left(n - 4 + \left(\frac{-1}{n}\right) + 2\left(\frac{-2}{n}\right) \right)$$

alapján).

$\varphi_{\frac{1}{2}}(n) = \frac{1}{2} \varphi(n)$ -ből s ezekből azt nyerjük, hogy (4) jeleivel:

$$\varphi_{\frac{1}{2}}(n) \equiv \frac{1}{2} \Pi(\varepsilon_i - 1), \quad (\text{mod } 2^r) \quad (7_0)$$

$$2\varphi_{\frac{1}{2}}(n) \equiv -\sum_k (1 - \gamma_k) \prod_{i \neq k} (1 - \varepsilon_i) + \Pi(\varepsilon_i - 1), \quad (\text{mod } 2^{r+1}) \quad (7_2)$$

$$2(\varphi_{\frac{3}{8}}(n) + \varphi_{\frac{5}{8}}(n)) \equiv \Pi(\gamma_i - \varepsilon_i) - \Pi(1 - \varepsilon_i), \quad (\text{mod } 2^{r+1}) \quad (7_3)$$

ahol i és k az $1, 2, \dots, v$ értékeket futják be. (Itt a jobboldalak, tekintettel leendő alkalmazásukra, praeparáltattak.)

2. Legyen (6)-ban $x = 0$, $y = \frac{1}{2}n$, $a = 1$; akkor a harmadik

összeg határaiul $0, \frac{\frac{n}{d}-1}{2}$ vehető, mert $\frac{n}{d}$ páratlan. A felső határ $\frac{d-1}{2}$ -vel helyettesíthető, mert

$$\frac{\frac{n}{d}-1}{2} \equiv \frac{d-1}{2} \pmod{d} \left(N.B. \sum_{0 \leq i \leq d} \binom{i}{d} = h_{0,a}(d) = 0 \right).$$

Nyerjük tehát (2) szerint

$$2^r V_{\frac{1}{2}}(n, 1) = \sum_{d|n} \sum_{\frac{n}{d}|d} \mu_d \left(\frac{d}{d}\right) h_{\frac{1}{2}}(d),$$

ahol a $d > 1$ megszorítást elejtettük, megállapodva, hogy mindenkor $h_{x,y}(1) = 0$ értendő. Ha a \mathcal{A} -ra vonatkozó összeget ismét szorzattá alakítjuk át és az oldalakat felcseréljük, akkor

$$\sum_{\substack{d|n \\ d \equiv 3 \pmod{4}}} h_{\frac{1}{2}}(d) \prod_{p|d} \left(1 - \left(\frac{p}{d}\right)\right) = 2^r V_{\frac{1}{2}}(n, 1), \quad (8)$$

ahol a $d \equiv 3 \pmod{4}$ megszorítással csupán eltűnő tagokat rekesztettünk ki. Itt a baloldálnak a $d = n$ -hez tartozó tagja értelmetlen, helyébe a megelőző egyenlet szerint nyilván $h_{\frac{1}{2}}(n)$ kerül; ilyen kényelmetlenségek elkerülése végett megállapodunk, hogy minden f függvényre $\prod_{p|1} f(p) = 1$ legyen. Tekintsük már most a (8) egyenletet csupán mod 2^r ; akkor a jobboldal helyett — mint-hogy (1) jobboldalának első tagja *egész szám* —

$$\varphi_{\frac{1}{2}}(n) = -\frac{1}{2} H(\varepsilon_i - 1)$$

(7₀) szerint) írható. Ha δ a d prímtenezőinek számosságát jelenti, akkor, mint említettük, (3₀) miatt $h_{\frac{1}{2}}(d)$ osztható $2^{\delta-1}$ -vel,⁴ míg ennek szorzója (8)-ban $2^{r-\delta}$ -val, tehát (8) minden tagja osztható 2^{r-1} -vel; ezért a kongruenciára való áttérés után a baloldalon páratlan együtthatók nem jönnek tekintetbe és így (3₀) behelyettesítésénél a $2 - \left(\frac{2}{d}\right)$ tényező elhagyható, továbbá $\left(\frac{p}{d}\right) = \left(\frac{-d}{p}\right)$ miatt a $H\left(1 - \left(\frac{p}{d}\right)\right)$ együttható helyett $H\left(\left(\frac{-d}{p}\right) - 1\right)$ írható. Így azt nyertük, hogy

$$\sum_{d|n} H(-d) \prod_{p|d} \left(\left(\frac{-d}{p}\right) - 1\right) \equiv -\frac{1}{2} H(\varepsilon_i - 1), \quad (\text{mod } 2^r) \quad (9_0)$$

ahol a $d \equiv 3 \pmod{4}$ megszorítást elhagyhattuk, megegyezve, hogy $H(-d) = 0$ legyen, ha $d \equiv 1 \pmod{4}$.

A $2^{r+1} V_{\frac{1}{2}}(n, 1)$ hasonló (kissé bonyolultabb) kezelésével azt nyerjük, hogy

⁴ Relációinkból az osztályszámnak $2^{\delta-1}$ -vel való oszthatósága könnyen bizonyítható.

$$\sum_{d|n} H(-4d) \prod_{p|n \atop p \nmid d} \left(\left(\frac{-d}{p} \right) - 1 \right) \equiv \sum_k (1 - \eta_k) \prod_{i \neq k} (1 - \varepsilon_i) - \prod (\varepsilon_i - 1), \quad (\text{mod } 2^{r+1}) \quad (9_2)$$

ahol, ha $-4d$ nem «discriminans szám», azaz, ha $d \equiv 3 \pmod{4}$, akkor $H(-4d) = 2h_2(d)$ értendő;⁵ számunkra egyébként ez utóbbi esetben $H(-4d)$ értéke közömbös.

Végül $2^{r+1}(V_{\frac{3}{2}}(n, 1) + V_{\frac{3}{2}}(n, -1))$ kezelésével azt nyerjük, hogy

$$\sum_{d|n} H(-8d) \prod_{p|n \atop p \nmid d} \left(\left(\frac{-2d}{p} \right) - 1 \right) \equiv \prod (1 - \varepsilon_i) - \prod (\eta_i - \varepsilon_i). \quad (\text{mod } 2^{2+1}) \quad (9_3)$$

Ezek szerint kimondható az

I. tétel. $H(-D)$ -nek (mely tudvalevőleg 2^{2-1} -vel osztható) 2^2 -val való oszthatósága csupán az

$$\omega; \dots, \left(\frac{-1}{p_i} \right), \dots; \dots, \left(\frac{2}{p_i} \right), \dots; \dots, \left(\frac{p_i}{p_k} \right), \dots$$

értékrendszertől függ; az oszthatóság kérdését az $\omega = 0, 2, 3$ eseteknek megfelelőleg recursiv módon eldönti a $(9_0), (9_2), (9_3)$ kongruenciarendszer.⁶

3. További tárgyunk a (9) kongruenciák feloldása által $H(-D)$ számára mod 2^2 explicit előállítását nyerni. Amennyire egyszerűknek látszanak e kongruenciák, annyira bonyolult feladatnak bizonyult feloldásuk. Ismét csupán a $-D = -n$ esetet tárgyaljuk részletesen, megállapítva egymásután három kifejezést, mint $H(-n)$ különböző előállítását mod 2^2 .

Definíciók. A $\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2, \dots, \mathcal{A}_r$ sorozatot $S(n)$ sorozatnak nevezzük és $S(n) = \{\mathcal{A}_1, \dots, \mathcal{A}_r\}$ tesszük, ha

$$\mathcal{A}_1 \mathcal{A}_2 \dots \mathcal{A}_r = n, r \geq 2, \mathcal{A}_i > 1. \quad (i=1, 2, \dots, r)$$

⁵ Mint ismeretes, $n \equiv 3 \pmod{4}$ esetében $h_2(n) = \frac{1 + \left(\frac{2}{n}\right)}{2} h_2(n)$ (l. pl. szerző mostanában megjelenendő cikkét: Über einige Verteilungsfragen... (Journ. f. d. Math.)) és így (3_0) szerint (9_2) baloldalán $H(-4n)$ és $H(-n)$ osztályszámok vegyesen szerepelnek.

⁶ Ezek baloldalai nyilván a $\sum H(-2^w d) \prod \left(\left(\frac{-2^w d}{p} \right) - 1 \right)$ egységes alakban írhatók.

Legyen

$$A_{S(n)} = \left(\frac{d_1}{d_2 d_3 \dots d_r} \right) \left(\frac{d_2}{d_3 \dots d_r} \right) \dots \left(\frac{d_{r-1}}{d_r} \right) \quad (10)$$

és

$$K(n) = 1 + \sum \frac{(-1)^{r-1}}{r} A_{S(n)}, \quad (11)$$

ahol az összegezés kiterjesztendő minden $S(n)$ -re. (Ha n törzsszám, akkor az értelmetlen (11) helyett $K(p_1) = 1$ legyen.)

II. tétel. Ha $n \equiv 3 \pmod{4}$, akkor $H(-n) \equiv K(n) \pmod{2^r}$.⁷

E tétel helyett bebizonyítjuk a következőt: A

$$\sum_{d|n} \prod_{p|d} \left(\left(\frac{p}{d} \right) - 1 \right) \cdot X(d) = -\frac{1}{2} \prod (\varepsilon_i - 1) \quad (12)$$

egyenlet általános megoldása

$$X(n) = \frac{1 - \varepsilon(n)}{2} K(n). \quad (13)$$

Ezzel nyilván igazolva lesz a II. tétel, mert ha $n \equiv 3 \pmod{4}$, akkor

$$\frac{1 - \varepsilon(n)}{2} = 1.$$

(N. B. A (9₀)-ban $H(-d)$ együtthatója helyett $\prod \left(\left(\frac{p}{d} \right) - 1 \right)$ írható (v. ö. (12)-vel), mert ha $H(-d) \neq 0$, akkor $\left(\frac{-d}{p} \right) = \left(\frac{p}{d} \right)$.)

Ugyanis (13) szerint

$$X(p_1) = \frac{1 - \varepsilon_1}{2},$$

továbbá

$$X(p_2) = \frac{1 - \varepsilon_2}{2}$$

és

$$X(p_1 p_2) = \frac{1 - \varepsilon_1 \varepsilon_2}{2} \left(1 + \frac{1}{2} \left(\left(\frac{p_1}{p_2} \right) + \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right) \right),$$

⁷ Habár a discriminans prímtenyezőinek számosságát λ -val jelöltük, mégis szívesebben a ν -t használjuk, tudva, hogy $\omega = 0, 2, 3$ -nak megfelelően $\lambda = \nu, \nu + 1, \nu + 1$.

amiből könnyű látni, hogy utóbbi állításunk helyes, míg $\nu=1$ vagy $\nu=2$. Bizonyításunk módja a ν -re vonatkozó teljes indukció lesz; evégből a «kisebb értékekre» állításunkat helyesnek tételezzük fel és (12)-ből közvetlenül kiszámítjuk $X(n)$ -t.

3_a. Előbb kiszámítjuk $X(n)$ -nek $\left(\frac{p_i}{p_n}\right)$ jelektől mentes tagját; ez könnyen láthatólag

$$-\frac{1}{2} \Pi(\varepsilon_i-1) - \sum_{\substack{d|n \\ 1 < d < n}} \mu_n \frac{1-\varepsilon(d)}{2} = \\ = -\frac{1}{2} \left(\sum_{d|n} \mu_n \varepsilon(d) + \sum_{d|n} \mu_n (1-\varepsilon(d)) - (1-\varepsilon(n)) \right) = \frac{1-\varepsilon(n)}{2} \quad (14)$$

a Möbius-jel tulajdonsága szerint. Ezt az értéket épen várnunk kellett (13) s (11) szerint. —

$X(n)$ többi tagja (12), (13) s (11) szerint mindenesetre úgy származtatható $A_{S(m)}$ -ből (l. (10)-et), hogy ez utóbbiban J_1 helyébe ennek egy A_1 osztóját írjuk és az így nyert $A_{S\left(\frac{nA_1}{A_1}\right)}$ számot megszorozzuk egy oly c együtthatóval, mely $\left(\frac{p_i}{p_k}\right)$ jelektől független. Így $X(n)$ -nek minden tagja egy $S(n')$ sorozathoz «tartozik», ahol $n'|n$ (állításunk tartalmazza az $n' < n$ -nek megfelelő tagok kiesését). Nyilvánvaló (10) alapján, hogy egy $\sum c A_{S(m)} = 0$ alakú homogen lineáris egyenlet szétesik ugyancsak ilyenekké, mely utóbbiak mindegyikében már nemcsak m változatlan, hanem még a szereplő $S(m) = \{\delta_1, \dots, \delta_t\}$ sorozatok bármely kettője sem különbözhetik egymástól egyébben, mint a $\delta_1, \dots, \delta_t$ elemek sorrendjében.⁸ Legyen tehát $S(m) = \{\delta_1, \dots, \delta_r\}$ egy tetszőszerinti $S(m)$ sorozat, melyben $m = \delta_1 \dots \delta_r | n$ és legyenek $S(m)$, $S'(m)$, ... az összes sorozatok, melyeket $S(m)$ -ből az elemek permutálásával nyertünk; akkor, $X_{S(m)}(n)$ -vel jelölve az $X(n)$ mindama tagjainak összegét, melyek $S(m)$, $S'(m)$, ... bármelyikéhez «tartoznak», (12), (13), (11) s (10)-ből nyerjük:

⁸ Ezzel szemben érvényes

$$A_{\{\delta_1, \dots, \delta_r\}} = \frac{1 + \varepsilon(\delta_1) + \varepsilon(n) \varepsilon(\delta_1) - \varepsilon(n)}{2} A_{\{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r, \delta_1\}}$$

(v. ö. (5)-tel; N. B. $\varepsilon\left(\frac{a}{b}\right) = \varepsilon(a) \cdot \varepsilon(b)$)

$$X_{S(m)}(n) + \mu \frac{n}{m} \left(\frac{1-\varepsilon(m)}{2} - \frac{(-1)^{r-1}}{r} \sum A\{\delta_1, \dots, \delta_r\} + \right. \\ \left. + \frac{(-1)^{r-2}}{r-1} \sum \left(\frac{\delta_1}{\delta_1 \delta_3 \dots \delta_r} \right) \frac{1-\varepsilon(m)\varepsilon(\delta_1)}{2} A\{\delta_2, \delta_3, \dots, \delta_r\} \right) = 0, \quad (15)$$

ahol mindkét összegezés kiterjesztendő a $\delta_1, \dots, \delta_r$ számok összes különböző permutációira és az első összeg elhagyandó, ha $m=n$ ((15) tagjait az első kivételével úgy nyertük, hogy (12)-ben — az $m < n$ esetben előbb $d=m=\delta_1 \dots \delta_r$, azután — $d = \frac{m}{\delta_i}$ ($i=1, 2, \dots, r$) gondoltuk; a második összegben szereplő $\varepsilon(m)\varepsilon(\delta_1)$ eredetileg mint $\varepsilon\left(\frac{m}{\delta_1}\right)$ jelentkezik).

Mármost 3_p. alatt tárgyaljuk azt az esetet, melyben $S(m)$ -nek legalább egyik eleme összetett szám; az általánosság megszorítása nélkül feltehető, hogy éppen δ_1 ilyen. Azután 3_r. alatt megvizsgáljuk azt az esetet, melyben $\frac{n}{m}$ összetett szám; majd 3_d. alatt az $(m=n)S(n)=\{p_1, p_2, \dots, p_r\}$, végül 3_e. alatt a még hátralevő esetet, melyben $\frac{n}{m}$ és minden δ_i törzsszám, intézzük el; ez utóbbi esetben $m=p_1 p_2 \dots p_{r-1}$, $S(m)=\{p_1, \dots, p_{r-1}\}$ tehető.

3_p. Legyen δ_1 összetett szám. Meghatározzuk a π pozitív törzsszámot úgy, hogy $\pi \equiv \delta_1 \pmod{4\delta_2\delta_3 \dots \delta_r}$; tegyük $n_0 = \frac{\pi n}{\delta_1}$ továbbá $m_0 = \frac{\pi m}{\delta_1}$, $S(m_0) = \{\pi, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_r\}$. Nyilván (15) baloldalán a második tagban a zárjelen belül δ_1 helyébe mindenütt π tehető (N. B. érvényes $\varepsilon(\delta_1) = \varepsilon(\pi)$ is), miáltal ott m helyébe is m_0 lép, továbbá $\frac{n}{m}$ -et a vele egyenlő $\frac{n_0}{m_0}$ törttel helyettesítjük, úgy hogy a szóbanforgó kifejezés átmegy amaz egyenlet baloldalának második tagjába, mely — analogonja (15)-nek és — az $X_{S(m_0)}(n_0)$ kezdőtaggal bír. Így azt nyertük, hogy $X_{S(m)}(n) = X_{S(m_0)}(n_0)$; ámde n_0 primitényezőinek számossága kisebb, mint v , és így feltevésünk szerint $X_{S(m_0)}(n_0)$ (13) s (11) szerint meghatározott. Még pedig ez utóbbi zérus, ha $m_0 < n_0$, azaz, ha $m < n$ s ugyancsak eltűnik tehát ekkor $X_{S(m)}(n)$ is, mint követeltük; ha pedig $m_0 = n_0$, azaz $m = n$, akkor $X_{S(n)}(n) = X_{S(n_0)}(n_0)$ —

nek ((13) s (11) szerint kifejezett) baloldalán π helyébe ismét ∂_1 -t téve, $X_{S(n)}(n)$ -nek épen a követelt kifejezését nyerjük.

3γ. Legyen $\frac{n}{m}$ összetett szám; most hasonló módon jutunk célhoz, mint előbb, de egyszerűbben. Ugyanis (15) baloldalának második tagja — a μ_n tényezőtől eltekintve független lévén $\frac{n}{m}$ -től — eltűnik a feltevés szerint ugyancsak eltűnő $X_{S(m)}(m\pi)$ -vel együtt, hol π tetszésszerűn páratlan pozitív törzsszám, mely nem foglaltatik m -ben.

3δ. Legyen ($m=n$ és) $S(n) = \{p_1, p_2, \dots, p_r\}$, tehát $r=\nu$. Most (15)-öt (N. B. a zárójelben levő első tag elmarad $m=n$ miatt) a következő alakban írjuk:

$$X_{S(n)}(n) = - \frac{(-1)^{r-2}}{\nu} \frac{1}{1} \sum_i \left(\frac{p_i}{n_i} \right) \frac{1-\varepsilon(n_i)}{2} \sum_{P_{i-1}^i} A_{\{p_1, p_2, \dots, p_r\}_i} \quad (15')$$

hol az első Σ jel az $i = 1, 2, \dots, \nu$ értékekre vonatkozik, $n_i = \frac{n}{p_i}$, továbbá P_{i-1}^i azt jelenti, hogy a második Σ jel alatt $p_1, \dots, p_{i-1}, p_{i+1}, \dots, p_r$ minden különböző módon permutálандók, míg $\{p_x, p_y, \dots\}_i$ az a sorozat, melyet $\{p_x, p_y, \dots\}$ -ből a p_i elem törlése után nyerünk.

A négyz. rec. tétel szerint könnyen láthatólag

$$\sum_{P_k} A_{\{p_1, p_2, \dots, p_k\}} = 0 \text{ vagy } k! \prod_{1 \leq x < y \leq k} \left(\frac{p_x}{p_y} \right), \quad (16)$$

aszerint, amint a p_1, \dots, p_k sorozatnak legalább két $4l+3$ alakú eleme van vagy nincs; P_k jelenti a p_1, \dots, p_k elemek összes különböző permutációira vonatkozó összegezését.

Mármost igazoljuk a következőt:

$$X_{S(n)}(n) = \frac{1-\varepsilon(n)}{2} \frac{(-1)^{r-1}}{\nu} \sum_{P_r} A_{\{p_1, p_2, \dots, p_r\}}. \quad (17)$$

Ha ugyanis n -nek legalább három $4l+3$ alakú prímtenyezője van, akkor (16) szerint úgy (15')-nek, mint (17)-nek jobboldala eltűnik. Ha csupán pl. p_1 és p_2 $4l+3$ alakúak, akkor $n \equiv 1 \pmod{4}$ miatt (17) jobboldala eltűnik; ugyancsak eltűnnek a (15') jobboldalá-

nak tagjai (16) szerint, kivéve, ha $i=1$ és $i=2$, mely utóbbi értékekhez tartozó tagok összege szintén zérus $\begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} p_2 \\ p_1 \end{pmatrix}$ miatt (N. B. most $\varepsilon(n_1) = \varepsilon(n_2) = -1$). Ha csupán pl. $p_1 \equiv 3 \pmod{4}$, amikor is $n \equiv 3 \pmod{4}$, akkor (15') jobboldalának minden tagja -- eltekintve az $\frac{1-\varepsilon(n_i)}{2}$ tényezőtől --

$$(\nu-1)! \prod_{1 \leq x < y \leq \nu} \left(\frac{p_x}{p_y} \right) = \frac{1}{\nu} \sum_{P_r} A_{\{p_1, \dots, p_r\}};$$

minthogy pedig $\sum \frac{1-\varepsilon(n_i)}{2} = \nu-1$ (ugyanis csupán $\varepsilon(n_1) = 1$, míg $\varepsilon(n_2) = \varepsilon(n_3) = \dots = -1$), azért (15') jobboldala átmegy (17) jobboldalába (N. B. $\varepsilon(n) = -1$). Végül, ha n minden prímtenyezője $4l+1$ alakú, akkor mindkét szóbanforgó kifejezés eltűnik $\varepsilon(n_i) = 1$ ($i=1, 2, \dots$), illetőleg $\varepsilon(n) = 1$ miatt. A (17) nyilván a (13) által követelt kifejezése $X_{S(n)}(n)$ -nek.

3. Legyen végül ($m=n_v$) és $S(n_v) = \{p_1, p_2, \dots, p_{v-1}\}$. Ez az eset visszavezethető az előbbire. Ugyanis most (15) így írható (mert $\mu_n = \mu_{p_v} = -1$):

$$\begin{aligned} X_{S(n_v)}(n) &= \frac{1}{2} \frac{\varepsilon(n_v)}{\nu-1} \sum_{P_{v-1}} A_{\{p_1, p_2, \dots, p_{v-1}\}} + \\ &+ \frac{(-1)^{v-3}}{\nu-2} \sum_{i=1}^{v-1} \left(\frac{p_i}{n_{v,i}} \right) \frac{1-\varepsilon(n_{v,i})}{2} \sum_{P_{v-2}^i} A_{\{p_1, p_2, \dots, p_{v-1}\}_i}, \quad (15'') \end{aligned}$$

ahol $n_{v,i} = \frac{n_v}{p_i}$. Minthogy a jobboldal épen (17) és (15') jobboldalainak különbsége, ha ezekben n helyébe $n_v = p_1 \dots p_{v-1}$ -et írunk, azért $X_{S(n_v)}(n) = 0$, amint követeltük. — Ezzel a II. tételt bebizonyítottuk.

4. A II. tételben szereplő $K(n)$ (11) szerinti kifejezéséből ennek egész volta és még inkább 2^{v-1} -vel való oszthatósága nem látszik. Az így felmerülő két kívánság elsejét azonnal és könnyen kielégítjük, míg a második kielégítése a következő 5. pontnak tárgya.

$K(n)$ átalakítását csupán a bennünket érdeklő $n \equiv 3 \pmod{4}$

esetre végezzük. Ekkor a ^s lábjegyzet szerint $A_{S(n)}$ nem változik, ha $S(n)$ elemeit ciklikusan permutáljuk, és így (11)-ben minden $A_{S(n)}$ helyett oly $A_{S'(n)}$ -t írunk, melyben $S'(n)$ első eleme osztható pl. p_1 -vel. Minthogy pedig ezáltal minden $A_{S'(n)}$ épen r -szer áll elő, azért $K(n)$ átmegy a

$$K(n, p_1) = 1 + \sum (-1)^{r-1} \binom{p_1 \partial_1}{\partial_2 \partial_3 \dots \partial_r} \binom{\partial_2}{\partial_3 \dots \partial_r} \binom{\partial_3}{\partial_4 \dots \partial_r} \dots \binom{\partial_{r-1}}{\partial_r} \quad (18)$$

kifejezésbe, hol $r \geq 2$, $\partial_1 \partial_2 \dots \partial_r = \frac{n}{p_1}$, $\partial_i > 1$ ($i=2, 3, \dots, r$) (míg $\partial_1 \geq 1$) s az összegezés minden különböző $\partial_1, \partial_2, \dots, \partial_r$ sorozatra vonatkozik. (N. B. (18)-at per def. értjük, melyben n bármilyen négyzetmentes pozitív egész összetett szám lehet és p_1 egyik prímtényezője n -nek; ha n páros, akkor $p_1=2$ értendő.)

III. tétel. A $-D=-n, -4n, -8n$ eseteknek megfelelően: $H(-n) \equiv K(n, p_1) \pmod{2^r}$, hol p_1 tetszőszerinti prímtényezője n -nek;

$$H(-4n) \equiv \sum \left(1 - \left(\frac{2}{p_i} \right) \right) K(n, p_i) \pmod{2^{r+1}},$$

hol $i=1, 2, \dots, r$; $H(-8n) \equiv K(2n, 2) \pmod{2^{r+1}}$.

E tétel első része a mondottak szerinti átalakítása a II. tételnek; a második s harmadik részt rövideg kedvéért nem bizonyítjuk, ehhez a (9_2) , ill. (9_3) kongruenciáknak egy, a 3. alattihoz hasonló tárgyalása szükséges.⁹

5. Szándékunk a $K(n, p_1)$ kifejezést mod 2^r átalakítani (n most páros szám is lehet, amikor $p_1=2$, v. ö. a (18) utáni megjegye-

⁹ Mint figyelemre méltó körülményt megemlíti, hogy e kongruenciák feloldása azonnal a III. tételhez vezet s a $-D=-4n, -8n$ esetekben nem is találjuk a II. tételnek megfelelőjét; itt a 2 törzsszám különös szereplésével van dolgunk, v. ö. ehhez a IV. tételt. (Megjegyezzük, hogy (9_2) feloldása feltételezi (9_0) feloldását s így az elébb mondottak teljes szabotossággal csupán a $-D=-8n$ esetre vonatkoznak.) Igen érdekesek a III. tételnek (valamint a IV. tételnek) formális szépségei, még pedig leginkább a (közös problémához tartozó) megoldás különös trifurcatiója. (N. B. $K(n, p_i)$ az $n \equiv 3 \pmod{4}$ esetben független i -től, mely kijelentés nem igaz az $n \equiv 1 \pmod{4}$ esetben.)

zéssel). Tegyük $\bar{x} = x - 1$, akkor $x = 1 + \bar{x}$. Ha $s_1, s_2, \dots; t_1, t_2, \dots$ különböző primszámok, akkor $\left[\frac{s_1 s_2 \dots}{t_1 t_2 \dots} \right]$ alatt a $\Pi \left(1 + \left(\frac{\bar{s}}{t} \right) \right)$ kifejezést értjük, melyben egymástól függetlenül $s = s_1, s_2, \dots; t = t_1, t_2, \dots$ teendő. Nyilván $\left[\frac{a}{b} \right] = \left(\frac{a}{b} \right)$, és így (18)-ból

$$\begin{aligned} & \Pi(n, p_1) = \\ & = 1 + \Sigma (-1)^{r-1} \left[\frac{p_1 \delta_1}{\delta_2 \delta_3 \dots \delta_r} \right] \left[\frac{\delta_2}{\delta_3 \dots \delta_r} \right] \left[\frac{\delta_3}{\delta_4 \dots \delta_r} \right] \dots \left[\frac{\delta_{r-1}}{\delta_r} \right]. \quad (18') \end{aligned}$$

A továbbiak könnyebb megértésére célszerű $\left(\frac{\bar{s}}{t} \right)$ -t úgy tekintenünk, mint pusztán jelt, melynek értékéről csak annyit tudunk, hogy páros szám. (18') jobboldalának $\left(\frac{\bar{s}}{t} \right)$ jelektől mentes tagja zérus.¹⁰ Ezekután (18') jobboldalát úgy tekintjük, mint $c \Pi \left(\frac{p_x}{p_y} \right)$ alakú tagok összegét, hol c az $\left(\frac{\bar{s}}{t} \right)$ jelektől mentes együttható; egyben tekintsük (18')-t csupán mod 2^v , akkor mindazok a tagok elhagyhatók, melyek legalább v számú $\left(\frac{\bar{s}}{t} \right)$ tényezőt tartalmaznak. A megmaradó tagok meghatározásánál használjuk az

$$M_\mu \left(\frac{p_{x_1}}{p_{y_1}}, \frac{p_{x_2}}{p_{y_2}}, \dots, \frac{p_{x_\mu}}{p_{y_\mu}} \right) = \prod_{i=1}^{\mu} \left(\frac{p_{x_i}}{p_{y_i}} \right) \quad (19)$$

jelölést, ha a jobboldal (18') valamelyik summandusában (1 vagy $\mu - 1$ együtthatóval) előfordul és $1 \leq \mu < v$; itt a jobboldal tényezőit mindjárt oly sorrendben vettük, amelyben azok (18')-ban jelentkeznek, helyesebben szólva, feltesszük, hogy $x_i (i=1, 2, \dots, \mu)$ *nem szerepel az $y_i, y_{i+1}, \dots, y_\mu$ sorozatban*; nyilván az 1 nem fordul elő az y_1, \dots, y_μ sorozatban. Könnyen láthatólag (19) együtthatója (18')-ban

¹⁰ Ugyanis az összes $(\delta_1, \dots, \delta_r)$ sorozatok $(1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_r)$, $(\delta_2, \delta_3, \dots, \delta_r)$ alakú párokba foglalhatók — s (18')-ban az egy ily párhoz tartozó summandusok összegének «abszolút» tagja $(-1)^{r-1} + (-1)^{r-2} = 0$ — fennmarad csupán az $(1, \delta_2 = \frac{n}{p_1})$ sorozat, mely (18')-ben éppen a -1 «abszolút» tagot szolgáltatja.

$$C_\mu^r \left(\frac{p_{x_1}}{p_{y_1}}, \dots, \frac{p_{x_\mu}}{p_{y_\mu}} \right) = \Sigma (-1)^{r-1}, \quad (20)$$

hol az összegezés kiterjesztendő mindazokra a $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r$ sorozatokra, melyekhez (18')-ban a (19)-et (+ vagy - előjellel) tartalmazó tagok vannak rendelve. Ez utóbbi sorozatokról azt fogjuk mondani, hogy (19)-hez «tartoznak»; minden egyesre nézve ezek közül érvényes: A) p_{x_i} — amennyiben $x_i \neq 1$ — alacsonyabb mutatójú δ_i -nak osztója, mint p_{y_i} ($i=1, 2, \dots, \mu$); B) Ha $p_{x_i} = p_1$, akkor p_{y_i} nem osztója δ_i -nek.

Segéd-tétel: (20) értéke *páratlan* szám, ha $p_{y_1}, p_{y_2}, \dots, p_{y_\mu}$ a p_2, p_3, \dots, p_r sorozatnak valamely permutációja (tehát $\mu = r-1$ és legalább egyik $p_{x_i} = p_1$), ellenkező esetben (20) értéke zérus.

1) A bebizonyítást a segéd-tétel második részén kezdjük. Tegyük fel tehát, hogy a p_2, \dots, p_r sorozat p^* eleme nem fordul elő a p_y -ok között. Legyenek $p_{x_1}, \dots, p_{x_\mu}$ közül a p^* -vel egyenlők: p_{x_u}, p_{x_v}, \dots (ezek esetleg teljesen hiányoznak). Gondoljuk felírva valamennyi (19)-hez «tartozó» $S = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r)$ sorozatot és töröljük ezek mindegyikében a p^* -vel osztható elemből a p^* tényezőt (ha éppen $\delta_1 = p^*$, akkor a törlés után δ_1 helyébe 1 kerül, míg ha pl. $\delta_2 = p^*$, akkor maga δ_2 törlendő); így bizonyos $S' = (\delta'_1, \delta'_2, \dots, \delta'_r)$ sorozatot nyerünk. Azok az S sorozatok, melyek mindegyikéből *ugyanazt az S' -t* nyertük, alkossák a $K_{S'}$ komplexumot; az ehhez tartozó S sorozatok akkor a következők: $\delta'_1 p^*, \delta'_2, \dots, \delta'_r$, $\delta'_1, \delta'_2 p^*, \delta'_3, \dots, \delta'_r$; ...; $\delta'_1, \dots, \delta'_{l-1}, \delta'_l p^*, \delta'_{l+1}, \dots, \delta'_r$ és még azok; melyeket ezekből oly módon nyerünk, hogy p^* -t a szorzójától mindenütt egy « , »-jel által elválasztjuk, ahol l a legnagyobb olyan számot jelenti, mellyel $\delta'_1 \delta'_2 \dots \delta'_l$ még nem többszöröse p_{y_u}, p_{y_v}, \dots egyikének sem (ha p_{x_u}, p_{x_v}, \dots nem léteznek, akkor $l = r'$ értendő). A $K_{S'}$ komplexum $S = (\delta_1, \dots, \delta_r)$ sorozatainak számossága tehát $2l$ s ezek felerészében $r = r'$, a többiben $r = r' + 1$ s így az ezekre a sorozatokra vonatkozó $\Sigma (-1)^{r-1}$ összeg értéke zérus. Mivel pedig a $K_{S'}$ komplexumok éppen kimerítik a (19)-hez «tartozó» sorozatokat, azért a segéd-tétel jelen esetre igazolva van.

2) Legyen $p_{y_1}, \dots, p_{y_{r-1}}$ a p_2, \dots, p_r sorozatnak egy permutációja. Ha $r=2$, akkor (19)-ben csupán $M_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right) = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)$ lehet-séges és ehhez «tartozó» sorozat is csupán egy van, még pedig:

1, p_2 ; ebben $r=2$, tehát (20) értéke -1 . Bizonyításunk módja a v -re vonatkozó teljes inductio lesz s ezért a «kisebb értékekre» a segédtételt feltételezzük. Legyenek $p_{x_1}, \dots, p_{x_{r-1}}$ közül a p_1 -vel egyenlő elemek p_{x_u}, p_{x_v}, \dots (ilyen van). Tekintsük a (19)-hez «tartozó» összes $S=(\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r)$ sorozatokat. Ezek mindegyikében $\delta_1=1$, továbbá — a könnyen elintézhető $p_{x_1}=p_{x_2}=\dots=p_{x_{r-1}}=p_1$ eset¹¹ kizárása után — nyilván $r \geq 3$, végre δ_2 bármelyik (egynél nagyobb) osztója a $P=p_{y_u}p_{y_v}\dots$ szorzatnak. Legyen L_{δ_2} mindamaz S sorozatok komplexuma, melyek második eleme *valamelyik* δ_2 . Mármost könnyen belátható, hogy az egy bizonyos L_{δ_2} komplexumhoz tartozó $S=(1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_r)$ sorozatok második elemeinek törlése után nyert $S^*=(1, \delta_3, \delta_4, \dots, \delta_r)$ sorozatok éppen a (19) jobboldalából azoknak a tényezőknek törlésével származó $M^*=H\left(\frac{\bar{S}}{t}\right)$ -hez «tartozók», melyeknek «nevezője» δ_2 -nek egyik (prim)-tényezője, s azután δ_2 -nek (a «számlálókban») esetleg még szereplő primtényezői helyett mindenütt p_1 -et írunk.¹² Az S^* sorozatoknak az M^* -hoz való «tartozása» természetesen úgy értendő, mintha n helyett eredetileg $\frac{n}{\delta_2}$ lenne adva. Mint-hogy M^* nevezői az $\frac{n}{p_1\delta_2}$ primtényezőinek egyik sorrendje, azért feltevés szerint az S^* sorozatokra kiterjesztett $\Sigma(-1)^{r-2}(N. B. S^*$ elemeinek számossága $r-1$) összeg bizonyos $C\delta_2$ páratlan szám. Tehát (20)-nak értéke $-\Sigma C\delta_2$ szintén páratlan, mert δ_2 az 1 kivételével $P=p_{y_u}p_{y_v}\dots$ összes osztóinak sorát futja be. Ezzel segédtételünket bebizonyítottuk. Eszerint $K(n, p_1) \bmod 2^r$ úgy jelentkezik, mint az összes különböző M_{r-1} kifejezések összege (v. ö. a (19) után mondottakkal s (20)-szal; N. B. M_{r-1} osztható 2^{r-1} -vel, és így ennek együtthatója csupán $\bmod 2$ jön tekintetbe). Könnyen belátható, hogy ha ΣM_{r-1} minden tagjában a tényezőket oly sorrendben írjuk, hogy a nevezők rendre p_2, p_3, \dots, p_r legyenek, miáltal áttértünk egy bizonyos ΣM_{r-1} összegre, akkor a (19) után mondott kikötés ezzel helyettesítendő:

¹¹ A (18') «abszolút» tagjának ¹⁰ alatt elintéztett meghatározásához majdnem teljesen hasonló feladattal van dolgunk.

¹² Könnyebb megértés kedvéért ajánlatos néhány példa készítése.

$$M_{v-1} = \left(\frac{p_{i_1}}{p_2} \right) \left(\frac{p_{i_2}}{p_3} \right) \dots \left(\frac{p_{i_{v-1}}}{p_v} \right)$$

tényezőinek egy részében ne legyen a «számlálók» sora a «nevezők» sorának egy permutációja.

Ezzel kimutattuk a következő tételnek α) alatti részét; a hátralevő részek hasonlóan bizonyíthatók.

IV. *Tétel.* Ha $-D$ discriminánsa egy másodfokú képzetes számtestnek, λ a D különböző primtényezőinek számossága és $H(-D)$ az ideálosztályok számossága, akkor:

α) A $D \equiv 3 \pmod{4}$ esetben

$$H(-D) \equiv \sum \left(1 - \left(\frac{p_{i_1}}{p_2} \right) \right) \left(1 - \left(\frac{p_{i_2}}{p_3} \right) \right) \dots \left(1 - \left(\frac{p_{i_{\lambda-1}}}{p_{\lambda}} \right) \right), \pmod{2^2}$$

hol $p_1, p_2, \dots, p_{\lambda}$ a D primtényezőinek egy tetszőszerint meghatározott sorrendje s az összegezés kiterjesztendő mindazokra a különböző $1 \leq i_1, i_2, \dots, i_{\lambda-1} \leq \lambda$ értékrendszerekre, amelyekhez tartozó summandusok között nincs olyan, amelynél a szereplő tényezők egy részhalmazában a «számlálók» sora a «nevezők» sorának egy permutációja (minthogy a jobboldalt p_1 megválasztása már meghatározza, azért a megadott kongruenciák száma λ).

β) A $D \equiv 8 \pmod{16}$ esetben egy, az előbbihez hasonló kongruencia érvényes, azzal a további kikötéssel, hogy $p_1, p_2, \dots, p_{\lambda}$ különböző primtényezői D -nek és p_1 (nem tetszőszerinti, hanem) értéke 2.

γ) A $D \equiv 4 \pmod{16}$ esetben hasonló kongruencia érvényes, mint β) alatt, azzal a további kikötéssel, hogy a jobboldal minden tagjában $p_1 = 2$ csupán *egyetlen* «számláló»-ban szerepel.

Megjegyzés. Szerző az utolsó korrektúra beküldése után észrevette, hogy jelen dolgozat tárgyával LERCH (Acta Math., 1906, 260–279) és utána M. PLANCHEREL (Thesis, Pavia, 1908, 94 pp. Revista di fisica, math., Pavia, 17, 1908, 265–280, 505–515, 585–596; 18, 1908, 77–93, 179–196, 243–257) foglalkoztak s az utóbbi hasonló tárgyalásban eljutott az I. tétel tartalmáig.

ÜBER DIE KLASSENZAHL DES IMAGINÄREN QUADRATISCHEN ZAHLKÖRPERS.

Von LADISLAUS RÉDEI, Miskolc.

Es ist wohlbekannt, dass die Klassenzahl eines quadratischen Zahlkörpers durch $2^{\lambda-1}$ teilbar ist, wobei λ die Zahl der verschiedenen Primteiler der Discriminante bedeutet; dies folgt daraus, daß die zur Primzahl 2 gehörige Basiszahl der Klassengruppe (die Aequivalenz im «engeren» Sinne verstanden) gleich $\lambda-1$ ist (S. ¹⁾). In dieser Note wird für *negative* Discriminanten- D eine Formel abgeleitet, welche den Wert der Klassenzahl mod 2^λ angibt. Die Untersuchung stützt sich auf die Klassenzahlformeln und benützt nur elementare Hilfsmittel. Z. B. im Falle $D = pqr$ (p, q, r ungeraden Primzahlen) haben wir:

$$h(-pqr) \equiv \left(1 - \left(\frac{p}{q}\right)\right)\left(1 - \left(\frac{p}{r}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{p}{q}\right)\right)\left(1 - \left(\frac{q}{r}\right)\right) + \\ + \left(1 - \left(\frac{r}{q}\right)\right)\left(1 - \left(\frac{p}{r}\right)\right). \quad (\text{mod } 8)$$

Auch im allgemeinen Falle hängt die rechte Seite der entsprechenden Formel nur von den, mit den Primteilern von D gebildeten LEGENDRE-Symbolen ab.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. Februar 1927.)

A RUTIL SZERKEZETE.

TOKODY LÁSZLÓ-tól.

(Egy szövegrajzzal.)

A TiO_2 a természetben előfordul mint rutil, anatáz és brookit. Az első kettő a négyzetes, a brookit a rombos rendszerben kristályosodik. A rutil és anatáz szerkezetével már többen foglalkoztak, míg a brookit szerkezete eddig még ismeretlen. A rutil szerkezetét legbehatóbban L. VEGARD¹ és később G. GREENWOOD² tanulmányozták. Mindketten BRAGG-eljárása szerint végezték vizsgálataikat s annak eredményei a következőkben foglalhatók össze.

A rutilt egy olyan elemi paralelepipedon jellemzi, amelyre vonatkozólag $a = 4.52$ Å. E. (VEGARD), illetőleg 4.58 (GREENWOOD) és $c = 2.91$ (VEGARD), illetőleg 2.93 (GREENWOOD). Az elemi paralelepipedon két molekula TiO_2 -t tartalmaz. Az atomok koordinátái:

$$\begin{aligned}
 Ti & \left[\begin{bmatrix} 000 \end{bmatrix} \right], \quad \left[\begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \right], \\
 O & \left[\begin{bmatrix} \frac{31}{100} & \frac{69}{100} & 0 \end{bmatrix} \right], \quad \left[\begin{bmatrix} \frac{19}{100} & \frac{19}{100} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \right], \\
 & \left[\begin{bmatrix} \frac{69}{100} & \frac{31}{100} & 0 \end{bmatrix} \right], \quad \left[\begin{bmatrix} \frac{81}{100} & \frac{81}{100} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \right].
 \end{aligned}$$

¹ L. VEGARD: Results of crystal analysis. Phil. Mag. 1916. 32. 65—96. l. — P. NIGGLI: Zeitschr. f. Krist. 1922. 56. 119—120. l.

² G. GREENWOOD: The crystal structure of cuprite and rutile. Phil. Mag. 1924. 48. 654—663. l.

VEGARD és GREENWOOD megállapításain kívül a rutil szerkezetére vonatkoznak még C. M. WILLIAMS vizsgálatai (X ray analysis of the crystal-structure of rutile and cassiterite. Proc. Roy. Soc. London. Ser. A. 1917. 93. 418—427. l.), de eredményei nem látszanak helytállóknak.

A Ti -atomok a csúcs- és középpontban foglalnak helyet s minden Ti -atomot két O -atom centroszimetrikusan vesz körül 1.99 (VEGARD), illetőleg 1.94 \AA . E . (GREENWOOD) távolságban. Négy O -atom az I. r. prizma síkjában fekszik, kettő pedig az erre a síkra merőleges egyenesen.

A. JOHNSEN¹ és P. P. EWALD, A. KRATZER és L. CITRON² az előző vizsgálatok alapján a rutilnak a négyzetes rendszer holoederes osztályába való tartozását megerősítik.

Az alábbi sorok a rutil szerkezetének megállapítására vonatkozó, általam végzett újabb vizsgálatok eredményeit foglalják magukban.

A meghatározások alapjául szolgáló felvétel DEBYE—SCHERRER eljárása szerint készült s annak átengedéséért dr. GELLER A. zürichi műegyetemi tanársegéd úrnak tartozom köszönettel. A fotogramm Mo -sugárzással ($MoK_\alpha = 0.70973$, $MoK_\beta = 0.63075$), 45 KV . és 6 MA mellett, 480 min. alatt egy síkban (nem pedig a szokásos cilinderesen) elhelyezett filmre vétetett fel.

A gyűrűk indexének meghatározása céljából a négyzetes rendszerű ásványok esetében a quadratos képlet a következő alakban írható:

$$\sin^2 \frac{\vartheta}{2} = \frac{\lambda^2}{4a^2} (h^2 + k^2) + \frac{\lambda^2}{4c^2} l^2.$$

Az e képlet alapján számított indexek az alábbi táblázatban vannak összefoglalva:

¹ A. JOHNSEN: Über Struktur und Symmetrie der Mineralien Anatas, Rutil, Zirkon und Xenotim. Centralbl. f. Min. 1919. 99—100. l.

² P. P. EWALD, A. KRATZER. L. CITRON: Über die Kontrolle von Kristallstrukturen durch Laueaufnahmen. (Rutil, Anatas, Kalkspat.) Verh. d. Phys. Ges. 1. 1920. 33—36. l. — Phys. Berichte. 2. 1920. 1578—79. l.

Sor- szám	d m -ben	Index	ϑ 2	$\sin^2 \frac{\vartheta}{2}$		Síkok száma	Intenzitás	
				talált	számi- tott		talált	számi- tott
1.	10 —	110 β	5°32'	0·009	0·009	4	erős	
2.	11·5	110 α	6°21'	·012	·012	4	igen erős	685·7
3.	13·5	101 β	7°25'	·016	·016	8	közepes	
4.	15·3	101 α	8°21'	·021	·021	8	} erős	141·9
		200 β			·020	2		—
5.	17·4	200 α	9°25'	·026	·025	2	közepes	29·1
6.	19 —	201 β	10°13'	·031	·031	8	gyenge	—
7.	20·4	211 β	10°54'	·036	·036	16	közepes	—
8.	22 —	201 α	11°40'	·040	·040	8	igen gyenge	0 —
9.	23·6	211 α	12°25'	·046	·046	16	} igen erős	184·7
		002 β			·047	2		—
10.	24·25	220 α	12°43'	·048	·049	4	} erős	138·5
		130 β			·049	8		—
11.	26·5	112 β	13°44'	·056	·057	8	} igen gyenge	—
		301 β			·056	8		—
12.	27·25	002 α	14°03'	·059	·060	2	igen gyenge	1·5
13.	27·8	130 α	14°18'	·061	·062	8	} igen gyenge	1·2
		131 β			·060	16		—
14.	30·7	112 α	15°31'	·072	·072	8	} közepes erős	} 70·9
		301 α			·071	8		
		202 β			·071	8		
15.	32 —	131 α	16°03'	·076	·077	16	} igen gyenge	0 —
		400 β			·079	2		
16.	34·7	202 α	17°07'	·086	·085	8	} igen gyenge	15·1
		140 β			·084	8		
17.	37 —	400 α	17°58'	·095	·099	2	igen gyenge	6·4
18.	40·5	140 α	19°14'	·099	·106	8	igen gyenge	1·2
19.	43·5	222 α	20°15'	·109	·110	8	gyenge	35·4

A táblázat első oszlopa a gyűrűk sorszáma, a második a gyűrűk távolságát a középponttól, a primér-sugártól, a harmadik az indexeket, a negyedik a $\frac{g}{2}$ értékeket, az ötödik és hatodik a $\sin^2 \frac{g}{2}$ talált és számított értékeit, a hetedik a síkok számát, a nyolcadik és kilencedik az intenzitások becsült és számított értékeit foglalja magában.

A térrács dimenziói a fenti quadratikuss képlet alapján a következők:

$$a = \text{az } a \text{ vonalakból } 4.5061 \text{ \AA. E.}$$

$$\beta \quad \quad \quad 4.4786 \text{ \AA. E.}$$

$$\text{Középértékben } \alpha = 4.4923 \text{ \AA. E.}$$

$$c = 2.8930 \text{ \AA. E.}$$

A rutil tengelyaránya $\frac{c}{a} = 0.6442$. Az általam megállapított rács-állandókból számított tengelyarány $\frac{c}{a} = 0.6444$, ami a goniométeres mérésekkel meghatározott tengelyaránnal igen jól egyezik.

Az elemi térrácsban foglalt molekulák száma a következő képlet segítségével számítható:

$$n = \frac{a^2 \cdot c \cdot D}{mH(Ti + 2O)},$$

ahol n a molekulák száma, a és c a rács-állandók, D a fajsúly, mH a H -atom tömege, $Ti + 2O$ a rutil atomsúlya. Ezeket az értékeket a fenti képletbe helyettesítve, 1.817-et kapunk, tehát a molekulák száma: 2.

A fajsúly két molekula TiO_2 esetén a fenti képletből számítva: 4.511. A rutil kísérletileg megállapított fajsúlya 4.1–4.3, de gyakran magasabb.

Mivel az elemi parallelepipedon két molekula TiO_2 -t tartalmaz, szükséges, hogy 2*Ti*- és 4*O*-atom helyzetét állapítsuk meg.

A gyűrűk indexeinek figyelembevételével a tetragonális rendszer holoederes osztályának \mathcal{D}_{4h}^{14} alosztálya jöhet csak tekintetbe.¹ A \mathcal{D}_{4h}^{14} csoportban² a *Ti*-atomokra $\left[\begin{smallmatrix} 000 \end{smallmatrix} \right]$, $\left[\begin{smallmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right]$

¹ P. NIGGLI: Geometrische Kristallographie des Diskontinuums. Leipzig. 1919. 501. l.

² U. o. 324. l.

helyzet lehetséges. Az O -atomok elhelyezkedésére vonatkozólag több eshetőség van és pedig vagy a

$$\begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

illetőleg

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{4} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} & \frac{3}{4} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 & \frac{3}{4} \end{bmatrix}$$

koordináták határozzák meg helyzetüket, vagy pedig a $[001]_{00}$, illetőleg $[001]_{\frac{1}{2}}$ digonális tengelyeken foglalnak helyet, végül pedig lehetséges, hogy az $[110]$ digonális tengelyen helyezkednek el.

Az említett esetek elkülönítését és a valóságos, a rutil szerkezetének megfelelő ponthelyzet megállapítását az intenzitások kiszámítása és a megfigyeltekkel való egybevetése útján végezzük.

Az intenzitás egyenesen arányos a strukturfaktor (amplitudó) négyzetével, a reflektáló síkok számával, a szóródási faktoriall és a LORENTZ-faktoriall. A LORENTZ-faktor pedig fordítva arányos a megfelelő $\sin^2 \frac{\vartheta}{2}$ értékekkel. Tehát:

$$I = \frac{A_n^2 \cdot q}{\sin^2 \frac{\vartheta}{2}} (1 + \cos^2 \vartheta),$$

ahol I az intenzitás, A_n az amplitudó, q a reflektáló síkok száma, $1 + \cos^2 \vartheta$ a szóródási faktor, $\frac{1}{\sin^2 \frac{\vartheta}{2}}$ a LORENTZ-faktor.

A struktur-faktort a következő egyenlettel számíthatjuk:¹

$$A_n = L + L' \cos n \frac{2\pi}{t'} + L'' \cos n \frac{2\pi}{t''} + L''' \cos n \frac{2\pi}{t'''} + \dots$$

ahol A_n az n -ed rendű amplitudót jelenti, ha az L megterhelés két síkja által definiált röntgen-periódus $\frac{1}{t'}$, $\frac{1}{t''}$, $\frac{1}{t'''}$ -ed részében további L' , L'' , L''' megterhelések lépnek fel. A megterhelést az

¹ P. NIGGLI: Diskontinuum. 489. l.

$$L = \frac{q_1 A_1 + q_2 A_2 + q_3 A_3 \dots}{I_{(hkl)}}$$

egyenlet adja meg, melyben $A_1, A_2, A_3 \dots$ a kémiaiag különböző atomok atomsúlyai, vagy rendszámai, melyek az elemi paralelepipedon (hkl) síkjában $q_1, q_2, q_3 \dots$ -szor abszorbeáltattak.¹ $I_{(hkl)}$ pedig a (hkl) lap területe és a négyzetes rendszerben az

$$I_{(hkl)} = a \sqrt{h^2 c^2 + k^2 c^2 + l^2 a^2}$$

egyenlettel határozható meg.

A fentebbiek alapján számított intenzitásokat a táblázat 9. oszlopa foglalja magában. A megfigyelt és számított értékek jól egyeznek. Ezek az adatok annak az atom-elrendeződésnek felelnek meg, melynek esetében a *Ti*-ra vonatkozólag a $\left[\begin{smallmatrix} 000 \\ 2 \quad 2 \quad 2 \end{smallmatrix} \right]$, az *O*-atomokra vonatkozólag pedig az $[110]$ illetőleg $[m m 0]$ helyzetet állapítottuk meg, vagyis a koordináták:²

$$\begin{aligned} & Ti \left[\begin{smallmatrix} 000 \\ 2 \quad 2 \quad 2 \end{smallmatrix} \right], \left[\begin{smallmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \\ & O \left[\begin{smallmatrix} m, m, 0 \\ m + \frac{1}{2}, m + \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \\ m + \frac{1}{2}, m + \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \end{smallmatrix} \right]. \end{aligned}$$

Ha $m = \frac{1}{3}$, akkor a rutil *Ti*-és *O*-atomjainak koordinátái:

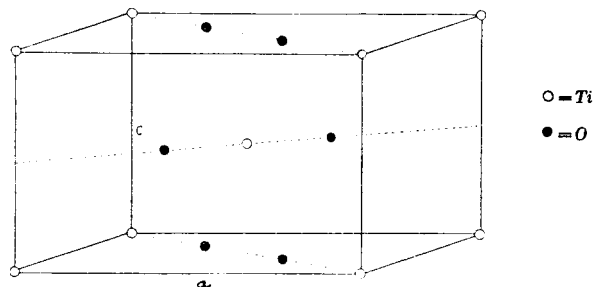
$$\begin{aligned} & Ti \left[\begin{smallmatrix} 000 \\ 2 \quad 2 \quad 2 \end{smallmatrix} \right], \left[\begin{smallmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \\ & O \left[\begin{smallmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 \\ \frac{2}{3} & \frac{2}{3} & 0 \\ \frac{5}{6} & \frac{1}{6} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{6} & \frac{5}{6} & \frac{1}{2} \end{smallmatrix} \right]. \end{aligned}$$

Tehát az elemi paralelepipedon csúcspontjain és középpontjában foglalnak helyet a *Ti*-atomok, míg az *O*-atomok kö-

¹ P. NIGGLI: Diskontinuum. 465. l. A rutil esetében úgy az atomsúlyokkal, mint a rendszámokkal végzett számítások közel azonos eredményeket adnak.

² P. NIGGLI: Diskontinuum. 324. l.

zül kettő az I. r. prizma síkjában, kettő pedig az erre merőleges egyenesen helyezkedik el (1. ábra). Ezek a megállapítások



1. ábra.

igen jól egyeznek VEGARD és GREENWOOD meghatározásaival, azonban az O-atomok koordinátái lényegesen egyszerűbbek.

A Ti- és O-atomok közötti legkisebb távolság 2.11 \AA . E.

(1.99 VEGARD, 1.94 GREENWOOD.)

★

A vizsgálatokat a zürichi Eidg. Techn. Hochschule ásvány-kőzettani intézetében végeztem. Kedves kötelességet teljesítek, midőn e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki P. NIGGLI professzor úrnak, aki munkám egész folyamán tanácsaival mindenkor a legmesszebbmenően támogatott s e vizsgálataim keresztülvitelét lehetővé tette. Úgy szintén köszönettel tartozom A. GELLER tanársegéd úrnak a felvétel elkészítéseért és annak átengedéseért, valamint szíves segédkezéséért.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 május 2.-án tartott üléséből.)

DIE STRUKTUR DES RUTILS.

Von. L. TOKODY.

Auf Grund einer DEBYE—SCHERRER Aufnahme mit *Mo*-Strahlung, 45 KV, 6 MA und 480 Min. Belichtungsdauer wurde die Struktur des Rutils neuerdings abermals festgestellt. Die Ergebnisse sind die folgenden. Das tetragonale Parallelepiped besitzt die Gitterkonstante von $a=4\cdot4923 \text{ \AA. E.}$, $c=2\cdot8930 \text{ \AA. E.}$ Die Anzahl der Moleküle ist zwei, das berechnete spezifische Gewicht: 4\cdot511. Die Raumgruppe: \mathfrak{D}_{4h}^{14} . Die Punktkoordinaten der Atome sind:

$$\begin{aligned} \text{Ti in } & \left[\begin{array}{c} \overline{000} \end{array} \right], \left[\begin{array}{ccc} \overline{1} & \overline{1} & \overline{1} \\ \overline{2} & \overline{2} & \overline{2} \end{array} \right], \\ \text{O in } & \left[\begin{array}{ccc} \overline{1} & \overline{1} & \overline{0} \\ \overline{3} & \overline{3} & \overline{0} \end{array} \right], \left[\begin{array}{ccc} \overline{2} & \overline{2} & \overline{0} \\ \overline{3} & \overline{3} & \overline{0} \end{array} \right], \left[\begin{array}{ccc} \overline{5} & \overline{1} & \overline{1} \\ \overline{6} & \overline{6} & \overline{2} \end{array} \right], \left[\begin{array}{ccc} \overline{1} & \overline{5} & \overline{1} \\ \overline{6} & \overline{6} & \overline{2} \end{array} \right]. \end{aligned}$$

Die sich in den Eckpunkten und in dem Mittelpunkt befindlichen *Ti*-Atome sind zentrosymmetrisch von sechs *O*-Atomen umgeben. Vier *O*-Atome liegen in einer Ebene der Prisme I. Art, zwei auf der dazu senkrechten Graden. Der kürzeste Abstand zwischen den *Ti*- und *O*-Atomen beträgt $2\cdot11 \text{ \AA. E.}$ — Die Zahlenangaben sind in der Tabelle des ungarischen Textes zusammengefasst.

(Aus der Sitzung vom 2. Mai 1927 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

A SPEKTRUM FŐBB SZÍNEINEK ELŐÁLLÍTÁSA
AZOFESTÉKEK ALAKJÁBAN,
EGY ELŐADÁSI KÍSÉRLET KERETÉBEN, EGY ÉS UGYANAZON
DIAZOKOMPONENS FELHASZNÁLÁSÁVAL.

KONEK FRIGYES I. tagtól.

Kísérleteket végeztem abban az irányban, hogy vajjon lehetséges-e egyetlenegy diazokomponens felhasználásával és pusztán csak a fenolos komponens variálásával a spektrum főbb színeit azofestékek alakjában, egy előadási kísérlet keretében előállítani? Csakhamar meggyőződtem arról, hogy egy és ugyanazon diazokomponenssel — például benzoldiazoniumchloriddal vagy diazotált anilinnel — akárhogy variáljuk is a másik azokomponenst, nem lehet előnyomulni a spektrum sötétebb — kék és ibolya — részeibe. Ez csak úgy sikerül, ha segítségül veszünk egy második diazokomponenst; legegyszerűbbnek találtam a tetrazotált benzidint. Még így is hiányos marad a spektrum, amennyiben a zöld színt egyszerű azokombinációkkal, rövid néhány perc alatt a tanteremben előállítani nem lehet; mert még az aránylag legegyszerűbb zöld azofestékeknek, az úgynevezett eholizöldnek és a diaminzöldnek előállítása is hosszabb laboratóriumi munkát igényel.

Mindazonáltal eléggé szemléltetőnek, az előadást illusztráló-
nak és éppen azért minden kémiai előadónak ajánlhatónak találom a következő kísérleti elrendezést:

6 sorba állított, 1—2 liter ürtartalmú, vízvezetéki vízzel csaknem színültig telt főzőpohárba egy-egy késhegynyi mennyiséget szórunk a következő sulfosavakból, illetőleg fenolsulfosavakból:

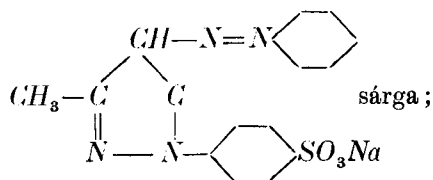
1. Pirazolonsulfosavból,
2. 2-6-Naphtolsulfosavból,

3. 2-3-6-Naphtoldisulfosavból,
4. 1-Amido-8-oxy-3-6-Naphtalindisulfosavból,
5. 1-Naphtol-3-8-disulfosavból,
6. 1-Amido-8-oxy-3-6-Naphtalindisulfosavból;

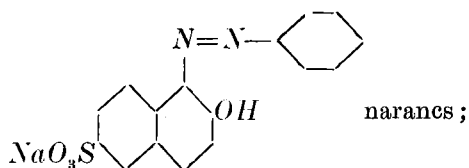
ha a szabad sulfosavakkal és nem a rendszeren használni szokott nátriumsókkal operálunk, néhány csepp lúggal oldatba viszszük őket.

Közben két kémcsőben néhány csepp anilint, illetőleg egy késhegynyi benzidint oldunk fel hígított sósavban és szokott módon nitrítel diazotálunk. A diazotált anilinnál egy két köbcentimétert adunk sorban a négy első főzőpohárba, míg a két utolsónál ugyanannyit a tetrazotált benzidinből. Pillanatszerűleg képződnek a sárga, narancs, vörös, kékesvörös, ibolya és kék festékoldatok, illetőleg csapadékok, amelyek az edényeket egészükben kitöltik és megfestik. A keletkezett azofestékek összetétele a következő:

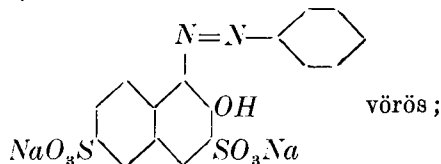
1. Anilin + pyrazolonsulfosav:



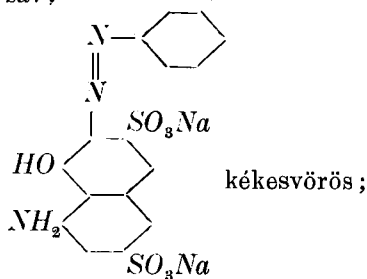
2. Anilin + 2-6-naphtolsulfosav:



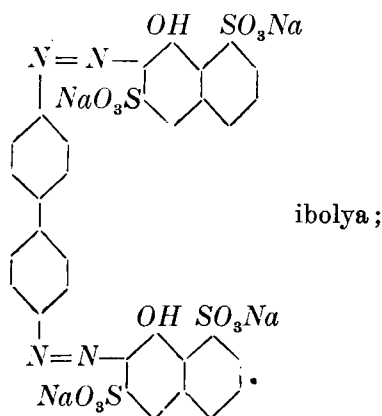
3. Anilin + R-só:



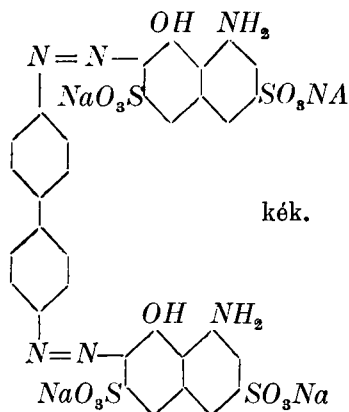
4. Anilin + *H*-sav;



5. Benzidin + 2 mol. 1—naphtol—3—8—disulfosav :



6. Benzidin + 2 mol. *H*-sav :



A «Kalle & Co. A. G. Anilinfarbenfabrik — Biebrich a. Rhein» vezetőségének, amely cég kísérleteimben tanáccsal és készítményekkel a legmesszemenőbben támogatott, e helyen is köszönetet mondok.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1926 október 4.-én tartott üléséből.)

DARSTELLUNG DER HAUPTFARBEN DES SPEKTRUMS IN GESTALT VON AZOFARBEN IM RAHMEN EINES VORLESUNGSVERSUCHES UND MIT EINER DIAZOKOMPONENTE.

Von FRITZ von KONEK. k. Mitglied der Akademie.

Verfasser stellte Versuche in dieser Richtung an und gelangte zur Überzeugung, dass es mit einer Diazokomponente — z. B. mit diazotirten Anilin — nicht möglich ist, bis in die dunkleren — blauen und violetten — Teile des Spektrums vorzudringen. Dies gelingt nur, unter Heranziehung einer zweiten Diazokomponente, z. B. des Benzidins. Trotz dieser Erweiterung bleibt das Azofarbenspektrum noch immer lückenhaft, da es nicht möglich ist, die einfachsten grünen Azofarben — z. B. Eboli- oder Diamingrün — im Zeitrahmen eines Hörsaalversuches darzustellen. Verfasser schlägt zur Illustration des Vortrages folgende, einfach auszuführende Kombinationen vor:

1. Diazot. Anilin + Pyrazolonsulfosäure: gelb;
2. " " + 2-6-Naphtolsulfosäure: orange;
3. " " + R-Salz: rot;
4. " " + H-Säure: blaurot;
5. " Benzidin + 2 Mol. 1-Naphtol-3-8-disulfosäure; violett;
6. " " + 2 Mol. H-Säure: blau.

Der «Anilinfarbenfabrik KALLE & Co. — Biebrich am Rhein» spricht Verfasser für Überlassung der angeführten Farbstoffkomponenten seinen verbindlichsten Dank aus.

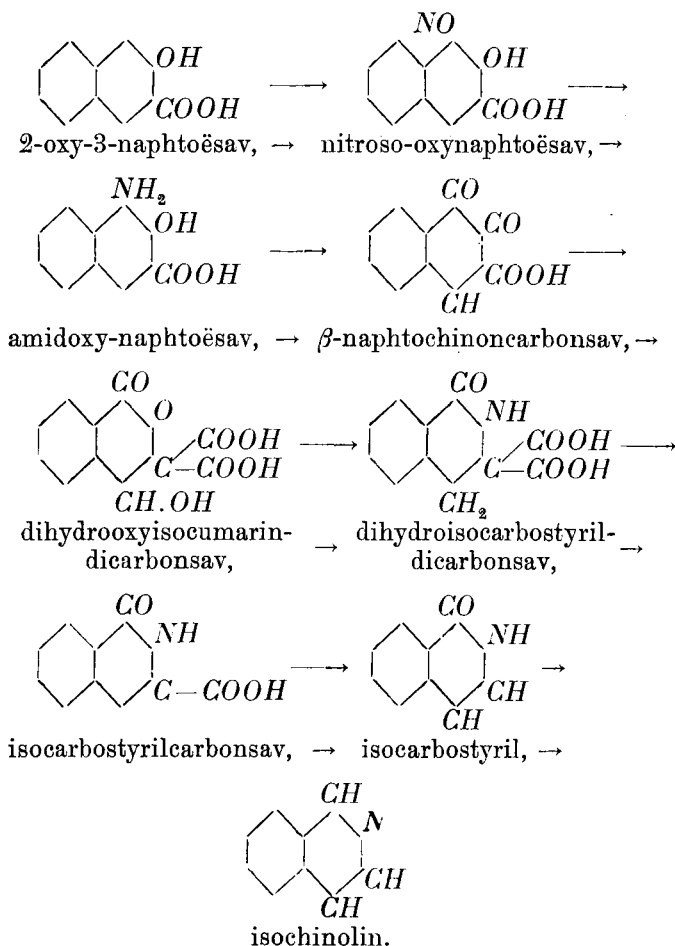
(Gelesen in der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Oktober 1926.)

ÚJABB ÁTMENET A NAPHTALIN SOROZATÁBÓL AZ ISOCHINOLIN CSOPORTJÁBA.

(Előzetes jelentés.)

KONEK FRIGYES lev. tagtól.

Isochinolincarbonsavat eddig csak nagyon keveset ismerünk és ezek is csak komplikált és költséges szintézisekkel közelíthetők meg. A papaverin opiumalkaloidával való szervi összefüggésénél fogva érdekelt az isochinolin- β -carbonsav, illetőleg annak fiziologiai hatása. Előállítása céljából — szem előtt tartva BAMBERGER és ZINKE klasszikus munkáit, akiknek sikerült a β -naphtochinonon keresztül az isochinolinhez eljutni — kiindultam a β -naphtolból, könnyen előállítható technikai 2-oxy-3-naphtoësavból, abban a reményben, hogy sikerülni fog a β -naphtochinoncarbonsavon keresztül hypochlorit segítségével — a carboxylgyök megőrzésével — egy isochinolincarbonsavhoz eljutnom. Mindjárt megjegyzem itt, hogy célomat csak félig sikerült megvalósítanom, a mennyiben — mint az a később részletesebben ismertetendő kísérleti részből kitűnik, amelyet HEIMBACH EGON bölcész doktor értekezése keretében végzett — eddig az alchlorossavnak az oxynaphtoë-, illetőleg a β -naphtochinoncarbonsavra gyakorolt hatásának végső termékeként mindig csak isochinolint kaptam az átmenetileg keletkezett carbonsav decarboxilálása közben. Valószínűnek tartom, hogy a reakció utolsóelőtti fázisának, a jól karakterizálható isocarbostyridicarbonsav redukciós módjának változtatásával sikerülni fog a carboxylgyöknek a végtermékben való konzerválása. Az átmenetet az oxynaphtoësavból az isochinolinig a következő fázisokkal lehet magyarázni, illetőleg illusztrálni, midőn megjegyzem még, hogy a közbeeső termékek valamennyien tiszta állapotban izoláltattak, összetételük és szerkezetük pedig elemzéssel és kontrollkísérletekkel leszögeztetett.



Megjegyzem még, hogy az átmenetet az oxynaphtoësavból a β -naphtochinoncarbonsavba kísérletileg legegyszerűbben és legjobban úgy lehet megvalósítani, hogy α_1 -helyzetbe behozunk egy nitrózocsoportot, ezt redukáljuk aminosoxynaphtoësavvá, amely jó eredménnyel oxidálható β -naphtochinoncarbonsavvá.

NEUERER BEITRAG ZUM ÜBERGANG VON NAPHTALIN IN ISOCHINOLIN.

Von FRITZ von KONEK, k. Mitglied der Akademie.

Verfasser unterzog zum Zwecke der Darstellung der Isochinolin- β -Carbonsäure — die infolge ihres strukturellen Zusammenhanges mit Papaverin erhöhtes physiologisches Interesse beansprucht — die Einwirkung von Hypochlorit auf β -Naphtochinoncarbonsäure einer experimentellen Prüfung. Bekanntlich ist es BAMBERGER und ZINKE schon vor längerer Zeit gelungen aus β -Naphtochinon mit Unterchloriger Säure Isochinolin zu erhalten. In Verfolgung der Arbeitsvorschriften dieser Autoren, konnte Verfasser in Gemeinschaft mit EGON HEIMBACH den analogen Verlauf der Einwirkung von Unterchloriger Säure auf β -Naphtochinoncarbonsäure feststellen; doch erreichte er sein Ziel insoferne nur zum Theil, als beim Übergang aus der Isocumarin- in die Isocarbostyrylreihe beide Carboxylgruppen abgespalten werden und solcherart statt der zu erwartenden Isochinolincarbonsäure stets nur Isochinolin erhalten wurde. Vor der Hand bleibt die Frage offen, ob es durch Abänderung der Arbeitsmethoden möglich sein wird, eines der beiden Carboxyle bis zum Endprodukt der Reaktionsfolge zu erhalten. Hierüber müssen weitere Versuche Aufklärung bringen. Das Ausgangsmaterial: die β -Naphtochinoncarbonsäure wurde aus technischer 2-Oxy-3-Naphtoesäure durch Nitrosiren, Amidiren und Oxydiren bereitet und gebührt mein Dank der «Chemischen Fabrik von Heyden-Radebeul-Dresden», welche mir grössere Mengen dieser Säure in liberalster Weise zur Verfügung stellte.

(Gelesen in der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Oktober 1926.)

LÉTEZIK-E A SELENSAV-ANHYDRID, A SELENTRIOXYD?

KONEK FRIGYES 1. tagtól.

Ha a periodikus rendszer két triadját, a $Cl-Br-J$ triadot a $S-Se-Te$ triaddal összehasonlítjuk, azt látjuk, hogy a selen bizonyos tekintetben éppen olyan különleges helyzetet foglal el, mint a brom. Valamint nem sikerült eddig egy bromoxydnak vagy egy perbromsavnak és perbromátoknak az előállítása, épp úgy nem ismerjük ma még a fel-selensavat, sőt a selensavanhydridet vagy selentrioxydot sem lehet ma még a biztosan ismert vegyületek sorába iktatni. Dacára ennek a hasonlatosságnak, több mint száz évre visszamenőleg történtek már kísérletek, amelyeknek a célja az volt, hogy a selent is — a kénhez hasonlóan — három atóm oxygénnel egyesítsék. BERZELIUS maga is foglalkozott már ezzel a problémával, és utána sokan mások sőt — mint azt a legújabb litteratúra is bizonyítja — az érdeklődés napjainkig sem lohadt le.

Magam egész véletlenül kerültem össze ezzel a kérdéssel, amikor tizenhárom évvel ezelőtt a selennek organikus komplexumokra gyakorolt fiziológiai hatásának tanulmányozásával foglalkoztam és előállítottam az antipirinnek mono- és bi-selenidjét.¹ Ezzel kapcsolatban foglalkoztam az organikus kötésben levő selennek quantitativ meghatározásával is. Csakhamar meggyőződtem arról, hogy az akkor ismert módszerek egyike sem megbízható. Így jöttem arra a gondolatra, hogy megkísérlem az antipirin-biselenidnek a BERTHELOT-bombában, oxygénnyomás alatt való

¹ Mathem. és Természettudom. Értesítő XXXI. 735.

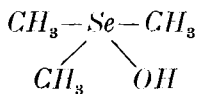
elégetését, abban a reményben, hogy a selen ilyen körülmények között selentrioxiddé fog alakulni, amely az égésvízzel selensavat ad. Az egyik kísérletben kapott fehér kristályos - - külsőleg a metaantimonsavra emlékeztető — selenoxydációs termék, amelyben első tekintetre a BERZELIUS óta hiába keresett selentrioxidot láttam, az elemzésnél — 78.43 illetőleg 77.91 % selennel — komplikáltabb selenoxydnak bizonyult.¹ Annakidején ez új selenoxydnak, keletkezésénél, viselkedésénél és elemzésénél fogva, fenntartással a Se_3O_4 képletet tulajdonítottam. Ebben a feltevésemben megerősített az a tény is, hogy ezt az új selenoxydot eddig csak a « $ASe(:Se)A$ » szerkezetű biselenidből — két kettősen kapcsolt selen atómmal, amelyek közül az egyik négyvegyértékű — sikerült kapnom, míg a többi ez irányban megvizsgált biselenid « $X-Se \cdot Se-X$ » szerkezettel, valamint monoselenidek « $X-Se-X$ » nyomát sem adták a bombában való elégetésnél az új szilárd selenoxydnak. Ennyire jutottam én akkor, mikor ezeket a kísérleteket félbe kellett szakítanom. Három évvel ezelőtt két angol kutató: WORSLEY és BAKER² próbálkozott meg újból a selentrioxyd előállításával. Állítólag sikerült is nekik selenoxychloridban oldott selent selentrioxiddá oxidálni ozon segítségével. Össze is hasonlítják terméküket a kéntrióxiddal, amelyhez kémiai és fizikai tulajdonságaiban hasonlít; így «sisteregve» oldódik vízben selensavvá, hidrogénhyperoxyddal pedig az eddig hiába keresett felselensavat: $H_2Se_2O_8$ szolgáltatja. Ezekhez a mindenestre fényes angol eredményekhez szól most hozzá kritikailag a «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft» legutolsó füzetében e cím alatt: «Über die Darstellung des Selentrioxys» - - a boroszlói egyetem anorganikus kémiai intézetéből származó cikkben JULIUS MEYER³ és ANTON PAWLETTA. A szerzők megismételték az angol kutatók kísérleteit, mivel állításaikban ellenmondásokat láttak, és mindent inkább, csak selentrioxidot nem kaptak, amit cikkük végén kénytelenek is elismerni; az

¹ KONEK: Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 51. (1918) 872—876.

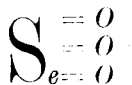
² WORSLEY és BAKER: Journ. chem. Soc. London 123. 2870 (1923).

³ JUL. MEYER & ANTON PAWLETTA: Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 60. 985. (1927).

Angliából kapott minta is egy ampulla felnyitásánál már csak selendioxydot és állítólag oxygént tartalmazott s. a. t. Ezek után én is kétkedéssel fogadom az angol kutatók eredményeit és azt gyanítom, hogy az ő selentrioxydjuk valószínűleg kéntrioxyddal lehetett szennyezve és ez okozhatta azt a sistergést, amit ők hallottak, amikor terméküket vízzel hozták össze. JULIUS MEYER és ANTON PAWLETTA elemzéseiből látjuk, hogy ha chlortartalmú selenvegyületeket oxydálunk, a kapott selenoxydok is mindig chlortartalmúak lesznek. Sokkal inkább célravezetőnek tartom, ha organikus halogénmentes selenvegyületeket égetünk el feles oxygénnel nyomás alatt; mégpedig olyanokat, amelyek lehetőleg egy — és pedig négy vegyértékű — selenatómot tartalmaznak molekulájukban. Talán sikerül a sulfidek mintájára a selenideket is halogénalkyillal egyesíteni s ezekben a halogént hydroxyllal helyettesíteni; szóval az OEFELE-féle kénbázisoknak selenanalogonjait előállítani. — Például:



Az ilyen molekula könnyebben volna selentrioxyddá:



oxydálható. Ennek az okoskodásnak a helyességét természetesen csak kísérleti úton lehet és kell majd eldönteni.

Egyelőre tehát nyitva marad a kérdés, hogy létezik-e a selentrioxyd, sőt azt hiszem, hogy a tudomány mai álláspontja szerint inkább tagadólag kell arra válaszolnom, mint igenlőleg.

ZUR FRAGE DER EXISTENZ DES SELEN- TRIOXYDES.

Von FRITZ v. KONEK, korr. Mitglied der Akademie. •

Verfasser kommt, anknüpfend an die neueren Publikationen von WORSLEY & BAKER -- Journ. Chem. Soc. London 123, 2870 (1923) -- und JULIUS MEYER & ANTON PAWLETTA -- Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 60. 985 (1927) -- zu dem Schlusse, daß die höchste Oxydationsstufe des Selen, das Selentrioxyd oder Selen-säureanhydrid, trotz mehr als hundertjähriger Bestrebungen der experimentellen Wissenschaft, auch heute noch nicht als sicher dargestellte und bekannte Verbindung zu betrachten ist. In aller Kürze gedenkt er seiner vor ungefähr 13 Jahren durch Oxidation des Antipyrilbiselenids in der BERTHELOT-Bombe erhaltenen neuen Sauerstoffverbindung des Selen -- Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 51. (1918) 872 -- welcher er damals auf Grund der Analyse und ihres Verhaltens mit Vorbehalt die Formel: Se_3O_4 zu- teilte; und glaubt, daß dieser Weg noch der aussichtreichste wäre, um -- wenn überhaupt möglich -- das Trioxyd des Se- lens zu erhalten. Vielleicht gelingt es, den OEFELE'schen orga- nischen Sulfinbasen analoge Selenbasen mit vierwertigen Selen darzustellen -- z. B. $Se \equiv \begin{smallmatrix} (CH_3)_3 \\ | \\ OH \end{smallmatrix}$ -- deren Verbrennung unter Sauerstoffdruck die Bildung eines Selentrioxyses als wohlmöglich erscheinen läßt. Die experimentelle Prüfung und Beantwortung dieser Frage steht derzeit noch aus.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen- schaften vom 2. Mai 1927.)

AZ ÁTLÁTSZÓ KÖZEGEK MAGNETOOPTIKÁJÁNAK MOLEKULÁRIS ELMÉLETÉHEZ.

BAY ZOLTÁN-tól.

Tartalomjegyzék:

1. §. Bevezetés. A dolgozat célja.
2. §. Egy oszcillátor kényszerrezgései mágneses térben.
3. §. Sík oszcillátorai által emittált hullámok eredője.
4. §. Az eredő hullám kiszámítása.
5. §. Alkalmazások. A longitudinális és tranzverzális magnetooptikai effektusok.

1. §. Bevezetés. A dolgozat célja.

Molekulárisnak az itt adandó theoriát abban az értelemben fogjuk nevezni, amilyen értelemben a diszperzió elméletét PLANCK¹ kezdeményezésére ESMARCH,² OSEEN,³ REICHE,⁴ FAXÉN,⁵ BOTHE,⁶ LUNDBLAD,⁷ a kristályoptikát pedig EWALD és BORN⁸ molekuláris alapon kidolgozták. Ennek az elméletnek az álláspontja a *kontinuum (mediumdinamikus)* elmélettel szemben a következő:

¹ M. PLANCK: Berl. Ber. 470. 1902.

² W. ESMARCH: Ann. d. Phys. 42. 1257. 1913.

³ C. W. OSEEN: Ann. d. Phys. 48. 1. 1915; Phys. ZS. 16. 404. 1915.

⁴ F. REICHE: Ann. d. Phys. 50. 1. és 121. 1916.

⁵ H. FAXÉN: ZS. f. Phys. 2. 218. 1920.

⁶ W. BOTHE: Ann. d. Phys. 64. 693. 1921.

⁷ Irodalmi összeállítás: M. BORN: Atomtheorie des festen Zustandes és Encykl. V., Heft 4.

⁸ R. LUNDBLAD: Untersuchungen über die Optik der dispergierenden Medien vom Molekulartheoretischen Standpunkte. Uppsala, Akademiska Bokhandeln 1920.

Valamely ponderikus közegnek a szerepe a fényhullámok tovaterjedése közben abban áll, hogy a közeg molekulái (atomjai) az áthaladó hullám gerjesztése következtében másodrendű emissziós centrumokká válnak; a kívülről beejtett hullám és az összes másodrendűen emittált hullámok a vákuumban érvényes törvények szerint tovaterjedve: *eredő* gyanánt hozzák létre azt a hullámot, mely az optikai kísérletekben az észlelésnek hozzáférhető.

A kontinuumelmélet a hullámokat végeredményükben *differentiálegyenletekkel* írja le, míg a molekuláris felfogás *integrálegyenletekre* vezet. Az atomisztikusan gondolkozó fizika számára utóbbi a helyes methodika.

Maga a molekuláris elmélet elvben független attól az elméleti felfogástól, melyet az idetartozó fizikai jelenségek tárgyalásánál alapul fektetünk. A másodrendű emissziós centrum *modelljének* klasszikus- vagy kvantumelméleti konstrukciója általa a makroszkópikus jelenségek klasszikus- vagy kvantumelméletéhez vezet.

Ha pedig sikerül a másodrendű fényemisszió törvényeit tapasztalati alapon megállapítani, akkor a molekuláris elmélet ezáltal rendkívül nagyot nyer jelentőségében. Mert akkor ez az elmélet a hullámok ponderikus közegekben való alakulásának tapasztalati jelenségeit a másodrendű fényemisszió tapasztalati jelenségeire vezeti vissza.

Ezek a tapasztalatok pedig már részben rendelkezésre állnak, és pedig a másodrendűen emittált fény *polározási állapotára* vonatkozólag. Ugyanis dr. FRÖHLICH Izidor professzor úrnak azok a kísérletei, melyek az elhajlított és az ultramikroszkópos részecskék által szétszórt fény polározási állapotával foglalkoznak, azt eredményezik, hogy lineáris gerjesztés esetén a másodrendű centrum a környező térbe, szabad terjedés esetén *gömbhullámot emittál, melynek hullámfelületében a vektorok eloszlása meridionális*. A meridionális rendszer szimmetriatengelye a gerjesztő sugár vektorának iránya.¹

¹ FRÖHLICH Izidor: *Polarisation des gebeugten Lichtes*, 242 és 380. lap. 1907.

FRÖHLICH Izidor: *Akad. Értesítő XXVII. 299. 1909.*

E kísérletek alapján máris fontos követelményt állíthatunk fel a modell konstrukciójára nézve:

a másodrendű centrum által emittált hullám vektorrendszere meridionális rendszer legyen.

A klasszikus diszperzióelmélet modellje a harmonikus oszcillátor. Mint ismeretes: midőn az oszcillátor momentuma állandó irányú vektor, melynek nagysága az időnek periodikus függvénye, akkor a sugárzás hullámhosszához képest igen nagy távolságok esetén az elektromos vektor eloszlása *meridionális* a momentum iránya, mint tengely körül.

A momentum a gerjesztő fény elektromos vektorának általában lineáris vektorfüggvénye s a tenzorkomponensek kiszámítása elektron-elméleti konstansok segítségével történik.

A kvantumelmélet korrespondencia segítségével szintén egy az áthaladó fény által gerjesztett momentummal írja le a modell viselkedését. A momentum a gerjesztő fény vektorának ugyancsak lineáris vektorfüggvénye, a tenzorkomponensek kiszámítása kvantumelméleti konstansokkal történik. A régebbi vizsgálatoktól eltekintve LADENBURG,¹ KRAMERS és HEISENBERG² vizsgálataira hivatkozunk.*)

A modell vizsgálatától a makroszkópikus jelenségekre való átmenetel a molekuláris theoria következetes keresztülvitele által nincs általánosságban megvalósítva. Az átlátszó közegek *magneto-optikájával* molekuláris felfogás alapján tudomásom szerint csupán J. J. THOMSON³ foglalkozott, aki a FARADAY-effektust számította ki *végtelen csekély abszorpció esetén*. Különösen nincs tárgyalva az az eset, melynél az áthaladó fény elektromos vektora *longitudinális* komponenssel is bír.

E hiányokat igyekszik pótolni jelen vizsgálat. Az összegezési eljárás alkalmával a modell természetére vonatkozólag nem teszünk speciális föltevést és csupán a momentummal számo-

¹ R. LADENBURG: ZS. f. Phys. 4. 451. 1921.

² H. A. KRAMERS u. W. HEISENBERG: ZS. f. Phys. 31. 681. 1925.

³ J. J. THOMSON: Phil. Mag. 40. 713. 1920.

*) *Megjegyzés a korrekturánál:* A kvantumelméletnek SCHRÖDINGER által bevezetett új fejlődési fázisa szorosabb kapcsolatot mutat a harmonikus oszcillátorral, mint a régi kvantumelmélet.

lunk. Akkor a mondottak alapján eljárásunk megfelel a FRÖHLICH-féle kísérletekből adódó követelménynek s az eredmények úgy a klasszikus-, mint a kvantumelmélet alapján diszkutálhatók. A diszkussziót a harmonikus oszcillátor segítségével végezzük el, mivel kvantumelméleti eredmények nem állanak mindenütt rendelkezésre.

2. §. Egy oszcillátor kényszerrezgései mágneses térben.

Legyen a külső állandó mágneses vektor iránya a Z tengely (derékszögű, jobbsodrású koordinátarendszerben), azaz tehát:

$$\mathfrak{H}_x = 0, \mathfrak{H}_y = 0, \mathfrak{H}_z = H,$$

a gerjesztő fény elektromos vektora:

$$\mathfrak{E} = a \cdot e^{i\omega t},$$

hol a komplex állandó vektor; az oszcillátor momentuma:

$$p = p(t).$$

A momentum a következő differenciálegyenletnek tesz eleget:

$$\frac{d^2 p}{dt^2} + h \frac{dp}{dt} + k^2 p = \frac{e^2}{m} \left\{ \mathfrak{E} + \frac{1}{c} [v \cdot \mathfrak{H}] \right\}. \quad (1)^1$$

Itt $k = 2\pi\nu_0$, hol ν_0 az oszcillátor saját frekvenciája, h a csillapító erő parametere, e az elektron negatív töltésének abszolút értéke elektrosztatikus rendszerben, m az elektron tömege, v az elektron sebessége, c a fény sebessége vákuumban. Helyettesítve:

$$v = -\frac{1}{e} \frac{dp}{dt}, \quad \eta = \frac{e}{cm}$$

értékeket, kapjuk:

$$\frac{d^2 p}{dt^2} + h \frac{dp}{dt} + k^2 p = \frac{e^2}{m} \mathfrak{E} - \eta \left[\frac{dp}{dt} \cdot \mathfrak{H} \right]. \quad (1a)$$

Keressük a rendszernek egy partikuláris megoldását oly módon, hogy tegyük:

$$p = a\mathfrak{E}, \quad (2)$$

¹ L. p. o. ABRAHAM: Theorie der Elektrizität II. 73. lap. (59) egyenlet. Leipzig, 1905.

hol a az időtől és az elektromos térintenzitástól független tenzor. Helyettesítve (2)-t (1a)-ba:

$$a a (k^2 - \omega^2 + i\omega h) + i\omega \eta [a a \cdot \mathfrak{H}] = \frac{e^2}{m} a. \quad (1b)$$

E vektoregyenlet a jobb- és baloldálnak a komponensei szerinti egybevetése alapján kilenc egyenletre esik szét, melyekből a tenzor-komponensek meghatározhatók. Alkalmazva

$$\begin{aligned} k^2 - \omega^2 + i\omega h &= q \\ \omega \eta H &= s \end{aligned} \quad (3)$$

jelöléseket, a megoldás a következő:

$$\begin{aligned} a_{xx} &= \frac{e^2}{m} \cdot \frac{q}{q^2 - s^2}, \quad a_{xy} = -i \frac{e^2}{m} \cdot \frac{s}{q^2 - s^2}, \quad a_{xz} = 0, \\ a_{yx} &= i \frac{e^2}{m} \cdot \frac{s}{q^2 - s^2}, \quad a_{yy} = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{q}{q^2 - s^2}, \quad a_{yz} = 0, \\ a_{zx} &= 0, \quad a_{zy} = 0, \quad a_{zz} = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{q}. \end{aligned} \quad (4)$$

Hogy a további számítások kivételére vonatkozólag tájékozódjunk, vizsgáljuk meg azokat a speciális eseteket, midőn:

1. A gerjesztő fény cirkulárisan poláros, vektora a mágneses tér irányára tranzverzális; azaz:

$$a_y = \pm i a_x, \quad a_z = 0.$$

Ebben az esetben (4) és (2) alapján:

$$p_y = \pm i p_x, \quad (5)$$

vagyis a momentum ugyanolyan körülfutási iránnyal szintén cirkulárisan poláros. De jobbra cirkuláris ($a_y = +i a_x$) gerjesztés esetén:

$$p = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{q - s} \mathfrak{E}, \quad (6)$$

míg balra cirkuláris ($a_y = -i a_x$) gerjesztés esetén:

$$p = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{q + s} \mathfrak{E}. \quad (7)$$

A (2)-t ilyen alakban írva:

$$p = \beta \mathfrak{E} + i [\mathfrak{E} \cdot g], \quad (8)$$

hol (4) alapján a β tenzor komponensei:

$$\begin{aligned} \beta_{xx} &= a_{xx}, \quad \beta_{yy} = a_{yy}, \quad \beta_{zz} = a_{zz}, \\ \beta_{xy} &= \beta_{yx} = \beta_{xz} = \beta_{zx} = \beta_{yz} = \beta_{zy} = 0, \end{aligned} \quad (9)$$

a g vektor komponensei pedig:

$$g_x = 0, \quad g_y = 0, \quad g_z = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{s}{q^2 - s^2}, \quad (10)$$

látható, hogy a momentumok különböző volta a két ellentétes gerjesztés eseteiben a g vektor jelenlétére vezethető vissza. Ezt a vektort nevezte FRENKEL¹ *gyrometrikus* vektornak s ugyancsak neki sikerült e vektornak kvantumelméleti értelmezést adnia a KRAMERS-féle diszperzióelmélet alapján.

2. A gerjesztő fény lineáris és az X tengely mentén változik; azaz:

$$a_x = a_x, \quad a_y = 0, \quad a_z = 0.$$

Ebben az esetben (4) és (2) alapján:

$$p_x = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{q}{q^2 - s^2} \cdot a_x, \quad p_y = i \frac{e^2}{m} \cdot \frac{s}{q^2 - s^2} \cdot a_x, \quad p_z = 0.$$

A momentum «polározásállapotát» meghatározó hányados:

$$\frac{p_y}{p_x} = i \frac{s}{q} = i \frac{\omega \eta H}{k^2 - \omega^2 + i \omega h} = \frac{\omega \eta H}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 h^2}} \cdot e^{i(\frac{\pi}{2} - \psi)}, \quad (11)$$

hol:

$$\begin{aligned} \cos \phi &= \frac{k^2 - \omega^2}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 h^2}}, \\ \sin \phi &= \frac{\omega h}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 h^2}}, \end{aligned} \quad (12)$$

(11)-ből következik, hogy a külső mágneses tér hatására az őszcillátor kényszerrezgései lineáris gerjesztés esetén is ellipszisben történnek. A rezgési komponensek amplitúdóinak aránya az önfrekvencia közelében számottevő értékeket vesz fel, attól távo-

¹ FRENKEL: ZS. f. Phys. 36. 215. 1926.

lódva rohamosan csökken. A komponensek fázisainak különbsége a mágneses vektor abszolút értékétől független.

A mágneses vektor irányára tranzverzálisan haladó fényhullám esetében, mint e speciális eset vizsgálatából látjuk, a momentumnak a tovaterjedés irányához képest *longitudinális* komponense is lesz, ezért a következőkben a tárgyalást *longitudinális* komponensekre is ki kell terjesztenünk.

3. §. Sík oszcillátorai által emittált hullámok eredője.

Közeg gyanánt mindig homogén és izotrop dielektrikumot fogunk tekinteni, melynek molekuláit (atomjait) csupán azon momentum szerint vesszük figyelembe, mellyel a gerjesztő fényre reagálnak.

Az összegezési eljárást előbb egy elemi vastagságú sík rétegre hajtjuk végre.

Legyen ez a réteg az $(X'Y')$ síkban, vastagsága dz , birjanak a réteg oszcillátorai az egész síkban egy időpillanatban közös momentummal; az oszcillátorok száma az egységnyi térfogatban N .

A sík eredő HERTZ-féle vektora a Z tengelynek egy a síktól z távolságra levő pontjában:

$$\begin{aligned} \mathfrak{z} &= N \int \frac{p\left(t - \frac{r}{c}\right)}{r} d\tau = Ndz \int \frac{p\left(t - \frac{r}{c}\right)}{r} df = \\ &= 2\pi Ndz \int_0^\infty \frac{p\left(t - \frac{r}{c}\right)}{r} \cdot \rho d\rho, \end{aligned}$$

hol r az egyes oszcillátoroknak a Z tengely nevezett pontjától való távolsága, $d\tau$ a réteg térfogateleme, df a sík felületeleme és

$$r^2 = \rho^2 + z^2.$$

A

$$\rho \cdot d\rho = r \cdot dr$$

összefüggés alapján az integrál lesz:

$$\mathfrak{z} = 2\pi N dz \int_z^\infty p\left(t - \frac{r}{c}\right) dr.$$

Az integrál kiszámítható az időben periodikus momentum esetén, amire a következőkben szükségünk lesz. Legyen:

$$p(t) = m \cdot e^{i\omega t},$$

hol m komponensei tetszőszerinti komplex állandók. Akkor:

$$\mathfrak{z} = 2\pi N dz m \int_z^\infty e^{i\omega\left(t - \frac{r}{c}\right)} dr.$$

$r = \infty$ esetben a momentum zérus, lesz tehát:

$$\mathfrak{z} = 2\pi N dz \frac{c}{i\omega} m e^{i\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)}. \quad (13)$$

(13)-ból kapjuk a retardált potenciálokat:

$$\mathfrak{A} = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathfrak{z}}{\partial t} = 2\pi N dz m \cdot e^{i\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)};$$

$$\Phi = -\operatorname{div} \mathfrak{z} = 2\pi N dz m_z e^{i\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)}.$$

\mathfrak{A} a vektorpotenciál, Φ pedig a skaláris potenciál. Az elektromos térintenzitás komponensei ennél fogva:

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_x &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathfrak{A}_x}{\partial t} = -2\pi N dz \frac{i\omega}{c} m_x e^{i\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)}; \\ \mathfrak{E}_y &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathfrak{A}_y}{\partial t} = -2\pi N dz \frac{i\omega}{c} m_y e^{i\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)}; \\ \mathfrak{E}_z &= -\frac{\partial \Phi}{\partial z} - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathfrak{A}_z}{\partial t} = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

A komponensek fázisaiban z abszolút értékével szerepel, összefüggésben azzal, hogy r mindig pozitív volt. Ezért a $z=0$ helyen (a réteg belsejében) \mathfrak{E}_z komponenssel külön kell foglalkoznunk, mivel annak képezésénél a z koordináta szerinti differenciálás is előfordult.

A réteg határlapjai a polarizáció alkalmával váltakozva pozitív és negatív töltést nyernek, melynek felületi sűrűsége:

$$\sigma = N p_z = N m_z e^{i\omega t}.$$

A rétegnek a pozitív z -k felé eső határlapjára alkalmazva a felületi sűrűség tételét:

$$\mathfrak{E}_{zk} - \mathfrak{E}_{zb} = 4\pi N m_z e^{i\omega t},$$

itt k index a rétegen kívüli, b a rétegen belüli értékekre vonatkozik. (14) alapján:

$$\mathfrak{E}_{zk} = 0,$$

tehát:

$$\mathfrak{E}_{zb} = -4\pi N m_z e^{i\omega t}. \quad (15)$$

Összefoglalva: sík oszcillátorai által emittált hullámok eredője két parallel síkhullám, melyek a sík mindkét oldalán c sebességgel terjednek tova, tovaterjedési irányuk a síkra merőleges. Polározási állapotukat az az ellipszispálya jellemzi, mely a p momentum ellipszisének az oszcillátorok síkjára (= a hullámfelületek síkjára) való orthogonális vetülete. A momentumnak *longitudinális* (Z -irányú) komponense a tovaterjedő hullámok létrehozásában nem szerepel, a réteg belsejében azonban az erőternek longitudinális komponensét eredményezi.

Ha a p momentumnak csak longitudinális komponense van, akkor az oszcillátorrendszernek *nincs kisugárzása* (az egyes oszcillátorok elemi hullámai a rétegen kívül egymást interferencia által kioltják).

Síkréteg eredő másodrendű emissziójával ESMARCH¹ foglalkozott először; az ő eredményei az itt vizsgált általános esetre nem vihetők át.

4. §. Az eredő hullám kiszámítása.

A ponderikus közeg legyen az (XY) sík által határolva és foglalja el a $z > 0$ koordináták felőli félteret. Kívülről essék be monochromatikus síkhullám, melynek tovaterjedési iránya a $+Z$ tengely, vektora:

$$\mathfrak{E}_b = b \cdot e^{i\omega t}. \quad (16)$$

A közeget osszuk fel az (XY) síkkal párhuzamos, dz vastagságú

¹ ESMARCH: L. c. 1268. l.

rétegekre. Kiszemelve valamely réteget, ennek oszcillátorait úgy a kívülről jövő hullám, mint az összes rétegek hullámai gerjesztik.

Az eredő elektromos térintenzitásról előre megállapíthatjuk, hogy az ilyen alakú lesz:

$$\mathfrak{E}(z, t) = \mathfrak{F}(z) \cdot e^{i\omega t}, \quad (17)$$

mert a síkok gerjesztésének (14) alatti formulái alapján az összes szuperponálандó hullámok síkhullámok, ω periodussal.

A térfogategység momentuma is hasonló alakú:

$$\mathfrak{P}(z, t) = \mathfrak{G}(z, t) \cdot e^{i\omega t}. \quad (18)$$

A (17) és (18) közötti összefüggés pedig lineáris vektorfüggvény:

$$\mathfrak{P}(z, t) = a' \mathfrak{E}(z, t). \quad (19)$$

Az eredő elektromos térintenzitás *transzverzális* komponense (amit τ indexszel fogunk jelölni), egy $z=z$ síkban a következő három részből tevődik össze:

1. A beejtett síkhullám intenzitásából: \mathfrak{E}_b .
2. A $0 \leq z_1 \leq z$ rétegek gerjesztéséből származó, a $+Z$ tengely iránya mentén tovahaladó elemi síkhullámok eredőjéből: legyen ez \mathfrak{E}_+ .
3. A $z_1 > z$ rétegek gerjesztéséből származó, a $-Z$ tengely iránya mentén tovahaladó elemi síkhullámok eredőjéből: legyen ez \mathfrak{E}_- .

Az eredő elektromos térintenzitás esetleges *longitudinális* komponense pedig származik a rétegek esetleges longitudinális polározásából és nagysága:

$$\mathfrak{E}_z = -4\pi \mathfrak{P}_z. \quad (20)$$

Ezek alapján:

$$\mathfrak{E}_T = \mathfrak{E}_b + \mathfrak{E}_+ + \mathfrak{E}_-. \quad (21)$$

A $+Z$ tengely iránya mentén haladó hullámok eredője az *át-haladó* hullám, melyet \mathfrak{E}_a -val jelölünk:

$$\mathfrak{E}_a = \mathfrak{E}_b + \mathfrak{E}_+, \quad (22)$$

a $-Z$ tengely iránya mentén haladó hullámok eredője a *vissza-vert* hullám, melyet \mathfrak{E}_v -vel jelölünk:

$$\mathfrak{E}_v = \mathfrak{E}_-. \quad (23)$$

A hullámprobléma teljes megoldása \mathfrak{E} , \mathfrak{E}_a , \mathfrak{E}_v meghatározását jelenti.

(14), (18) alapján (21)-et kifejtve:

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_T = \mathfrak{H}_T(z) \cdot e^{i\omega t} = \mathfrak{E}_b - 2\pi \frac{i\omega}{c} \left\{ \int_0^z \mathfrak{G}_T(z_1) \cdot e^{i\omega \left(t - \frac{z-z_1}{c}\right)} dz_1 + \right. \\ \left. + \int_z^\infty \mathfrak{G}_T(z_1) \cdot e^{i\omega \left(t + \frac{z-z_1}{c}\right)} dz_1 \right\}. \end{aligned} \quad (24)$$

Tekintetbe véve a (19) alatti összefüggést, (24) az \mathfrak{E}_T -re nézve egy integrálegyenlet, mely a hullámok alakulását molekuláris theoria alapján fejezi ki. Kérdés mármost, hogy a szuperponálható hullámok eredője tényleg egyszerű hullámmozgást eredményez-e, a tapasztalatnak megfelelően? Vagyis meg kell állapítanunk azt a függvénytípust, mely a (24) egyenletnek eleget tesz.

Differenciáljuk (24) mindkét oldalát z szerint. Jelölve:

$$J_1 = \int_0^z \mathfrak{G}_T(z_1) \cdot e^{i\omega \left(t - \frac{z-z_1}{c}\right)} dz_1$$

és

$$J_2 = \int_z^\infty \mathfrak{G}_T(z_1) \cdot e^{i\omega \left(t + \frac{z-z_1}{c}\right)} dz_1$$

és figyelembe véve, hogy

$$\frac{\partial}{\partial z} [\mathfrak{G}_T(z_1) \cdot e^{i\omega \left(t \pm \frac{z-z_1}{c}\right)}] = \pm \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} [\mathfrak{G}_T(z_1) \cdot e^{i\omega \left(t \pm \frac{z-z_1}{c}\right)}],$$

kapjuk:

$$\begin{aligned} \frac{\partial J_1}{\partial z} &= \mathfrak{G}_T(z) \cdot e^{i\omega t} - \frac{1}{c} \frac{\partial J_1}{\partial t}, \\ \frac{\partial J_2}{\partial z} &= -\mathfrak{G}_T(z) \cdot e^{i\omega t} + \frac{1}{c} \frac{\partial J_2}{\partial t}, \end{aligned}$$

lesz tehát:

$$\frac{\partial \mathfrak{E}_T}{\partial z} = \frac{\partial \mathfrak{E}_b}{\partial z} - 2\pi \frac{i\omega}{c} \cdot \frac{1}{c} \cdot \frac{\partial}{\partial t} [-J_1 + J_2].$$

Ismételt z szerinti differenciálással:

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial z^2} &= \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial z^2} - 2\pi \frac{i\omega}{c} \cdot \frac{1}{c} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial}{\partial z} [J_1 + J_2] = \\ &= \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial z^2} - 2\pi \frac{i\omega}{c} \cdot \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \left\{ -2\mathfrak{G}_T(z) \cdot e^{i\omega t} + \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} [J_1 + J_2] \right\} = \\ &= \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial z^2} + \frac{4\pi}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathfrak{G}_T(z) \cdot e^{i\omega t} - 2\pi \frac{1}{c^2} \frac{i\omega}{c} \frac{\partial^2}{\partial t^2} [J_1 + J_2]. \quad (25)\end{aligned}$$

(24) alapján:

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} [J_1 + J_2] = -\frac{1}{2\pi} \frac{c}{i\omega} \left\{ \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial z^2} \right\},$$

amit (25)-be téve:

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial z^2} - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial t^2} + \frac{4\pi}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathfrak{G}_T(z) \cdot e^{i\omega t} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial t^2}.$$

\mathfrak{E}_b c sebességgel tovahaladó síkhullám vektora, tehát

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial z^2} - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_b}{\partial t^2} &= 0, \\ -\frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial z^2} &= \frac{4\pi}{c^2} \frac{\partial^2 \mathfrak{P}_T}{\partial t^2} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial t^2}.\end{aligned} \quad (26)$$

Egyszerű alakot ölt ez az egyenlet, ha a polározásállapotot úgy választjuk meg, hogy a (19) alatti lineáris vektorfüggvény

$$\mathfrak{P}_T = x \mathfrak{E}_T \quad (27)$$

alakra speciálizálódjék; x komplex állandó. Akkor a

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial z^2} = \frac{1 + 4\pi x}{c^2} \frac{\partial^2 \mathfrak{E}_T}{\partial t^2} \quad (28)$$

hullámegyenletet kapjuk.

Abban az esetben tehát, midőn a gerjesztett momentumnak és a gerjesztő térintenzitásnak a rétegek síkjára (a hullámfelület síkjára) való vetületei *hasonló és hasonló helyzetű* ellipszisekkel bírnak, a (24) integrálegyenlet a (28) differenciálegyenletre vezet, melyből pedig látszik, hogy ilyenkor a beejtett és a közegben gerjesztett hullámok szuperpozíciója egyszerű hullám. (27) krité-

riumot nyújt azokra a hullámokra nézve, melyek a polározás-állapot megváltozása nélkül, meghatározott sebességgel tovaterjedhetnek.

Ezzel a keresett függvénytípus is ismeretessé vált:

$$\mathfrak{E}_T(z, t) = \mathfrak{F}_T(z) \cdot e^{i\omega t} = \mathfrak{F}_T \cdot e^{i\omega \left(t \pm \frac{nz}{c}\right)}, \quad (29)$$

hol \mathfrak{F}_T komponensei komplex állandók és (28) alapján:

$$n^2 = 1 + 4\pi\kappa \quad (30)$$

a komplex törésmutató.

\mathfrak{F}_T kiszámítása végett helyettesítsük (29)-et (24)-be. A helyettesítésnél $\left(t - \frac{nz}{c}\right)$ argumentumot használjuk, tekintettel arra, hogy \mathfrak{E}_b argumentuma $\left(t - \frac{z}{c}\right)$.

$$\mathfrak{F}_T \cdot e^{i\omega \left(t - \frac{nz}{c}\right)} = b \cdot e^{i\omega \left(t - \frac{z}{c}\right)} - 2\pi\kappa \frac{i\omega}{c} [J_1 + J_2],$$

$$J_1 = \mathfrak{F}_T \int_0^z e^{i\omega \left(t - \frac{nz_1}{c} - \frac{z-z_1}{c}\right)} dz_1,$$

$$J_2 = \mathfrak{F}_T \int_z^\infty e^{i\omega \left(t - \frac{nz_1}{c} + \frac{z-z_1}{c}\right)} dz_1.$$

Az integrálokat kiszámítva:

$$\begin{aligned} \mathfrak{F}_T e^{i\omega \left(t - \frac{nz}{c}\right)} &= b \cdot e^{i\omega \left(t - \frac{z}{c}\right)} - 2\pi\kappa \mathfrak{F}_T \frac{1}{n-1} e^{i\omega \left(t - \frac{z}{c}\right)} + \\ &+ 2\pi\kappa \mathfrak{F}_T \frac{1}{n-1} e^{i\omega \left(t - \frac{nz}{c}\right)} - 2\pi\kappa \mathfrak{F}_T \frac{1}{n+1} e^{i\omega \left(t - \frac{nz}{c}\right)}. \end{aligned}$$

Hogy ez fennállhasson, a következő feltételeknek kell teljesülniök:

$$b - \mathfrak{F}_T \frac{2\pi\kappa}{n-1} = 0$$

$$\mathfrak{F}_T - \mathfrak{F}_T \left(\frac{2\pi\kappa}{n-1} - \frac{2\pi\kappa}{n+1} \right) = 0.$$

(30) alapján a második egyenlet minden \mathfrak{F}_T -re fönnáll. Az elsőből:

$$\mathfrak{F}_T = \frac{2}{n+1} b. \quad (31)$$

Az áthaladó hullám pedig:

$$\mathfrak{E}_a = \mathfrak{b} e^{i\omega \left(t - \frac{z}{c}\right)} - 2\pi x \frac{i\omega}{c} J_1 = \mathfrak{b} e^{i\omega \left(t - \frac{nz}{c}\right)}, \quad (32)$$

a visszavert hullám:

$$\mathfrak{E}_v = -2\pi x \frac{i\omega}{c} J_2 = -\frac{n-1}{n+1} \mathfrak{b} e^{i\omega \left(t - \frac{nz}{c}\right)}. \quad (33)$$

Ily módon az összes tranzverzális komponensek ismeretesek. A longitudinális \mathfrak{E}_z komponenssel adott esetben fogunk foglalkozni.

5. §. Alkalmazások. A longitudinális és tranzverzális magnetooptikai effektusok.

A törésmutató értéke (30) és (27) egyenletek szerint x ismeretét tételezi fel, vagyis a tranzverzális komponensre nézve a momentum és az elektromos térintenzitás összefüggésének ismeretét. Hogy a momentumot gerjesztő erő nem azonosítható egyszerűen az elektromos térintenzitás vektorával, azt megmutatták LORENTZ,¹ PLANCK². PLANCK vizsgálataiból következik, hogy \mathfrak{E}' -vel jelölve a gerjesztő erőt a közeg belsejében:

$$\mathfrak{E}' = \mathfrak{E} + \frac{4\pi}{3} \mathfrak{P}. \quad (34)$$

Írjuk egy oszcillátorra nézve:

$$\mathfrak{p}_T = a_T \mathfrak{E}_T,$$

hol a_T komplex állandó, akkor a közeg belsejében nyilván:

$$\mathfrak{P}_T = N a_T \mathfrak{E}'_T = x \mathfrak{E}_T = x \left(\mathfrak{E}'_T - \frac{4\pi}{3} N a_T \mathfrak{E}'_T \right).$$

Innen:

$$x = \frac{N a_T}{1 - \frac{4\pi}{3} N a_T}. \quad (35)$$

A további feladat a_T meghatározása.

¹ H. A. LORENTZ: Encykl. V₂, Heft 1. 215.

² M. PLANCK: L. c.

1. A mágneses vektorhoz longitudinálisan áthaladó fény esete. Legyen a beejtett hullám vektora lineáris az X tengely mentén:

$$\mathcal{E}_{bx} = be^{i\omega t}, \quad \mathcal{E}_{by} = 0, \quad \mathcal{E}_{bz} = 0. \quad (36)$$

Lineáris gerjesztés esetén a (11) formula értelmében a momentum elliptikus a hullámfelület síkjában, amiből következik, hogy lineárisan poláros fény nem terjedhet tova a mágneses tér irányában a nélkül, hogy polározásállapota meg ne változzék. Viszont (5) alapján a cirkulárisan poláros fény cirkuláris gerjesztést hoz létre, tehát az ilyen hullám tovaterjedhet a polározásállapot megváltozása nélkül.

(6) és (7) alapján:

$$a_T = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{k^2 - \omega^2 + i\omega h \mp \omega\eta H},$$

hol a negatív előjel vonatkozik a jobbra, a pozitív a balra cirkuláris fényre. Innen (35) és (30) alapján:

$$x = N \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{k^2 - \frac{4\pi}{3} N \frac{e^2}{m} - \omega^2 + i\omega h \mp \omega\eta H}$$

és

$$n_{\pm}^2 = 1 + 4\pi N \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{k^2 - \frac{4\pi}{3} N \frac{e^2}{m} - \omega^2 + i\omega h \mp \omega\eta H}. \quad (37)$$

E törésmutató értékek (31), (32), (33)-ba téve adják a teljes tér-intenzitást, az áthaladó és a visszavert hullámok vektorait. A longitudinális komponens zérus, mivel a momentumnak nincs longitudinális komponense.

Az 5. lapon reámutattunk, hogy a kétféle cirkuláris gerjesztés esetén a gerjesztett momentum nagysága különböző. A molekuláris elmélet egyszerűen indokolja meg a törésmutatók különböző voltát a gerjesztett momentumok különböző voltával. A törésmutatók különbsége gázok esetén ($n \sim 1$) a gyrometrikus vektor által előállítható.

Visszatérve a lineárisan poláros hullám esetére, annak tárgyalása lehetségessé válik, ha a szokásos módon a lineáris vek-

tört két ellentétesen cirkuláris komponensre bontva fenti eredményeket külön-külön alkalmazzuk. Mivel a két cirkulárisan poláros hullám tovaterjedési sebessége más, a polározás síkja elfordul (*FARADAY-effektus*). A forgatás a törésmutatók különbségével arányos. A gyrometrikus vektornak FRENKEL által adott értelmezése gázok esetén a forgatást kvantumelméletileg értelmezi. Számottevő abszorpció esetén az elforduláshoz a továbbhaladó hullám ellipticitása járul, mivel a két komponens körben a poláros hullám intenzitása különbözőképpen változik. A maximális abszorpció helye a spektrumban a két komponensre különböző (*abszorpciós ZEEMAN-effektus*). A mágneses tér jelenléte a momentumot legjobban az önfrekvencia közelében befolyásolja, tehát a makroszkópikus jelenségek is ott legváltozatosabbak (*MACALUSO-CORBINO-effektus*).

2. *A longitudinális visszaverődési effektus.* A közeg belsőjében a visszavert hullám X és Y komponense (33) és (36) alapján:

$$\begin{aligned} -\mathfrak{E}_{vx} &= \frac{1}{2} b \frac{n_+ - 1}{n_+ + 1} e^{i\omega(t - \frac{n_+ z}{c})} + \frac{1}{2} b \frac{n_- - 1}{n_- + 1} e^{i\omega(t - \frac{n_- z}{c})}, \\ -\mathfrak{E}_{vy} &= \frac{1}{2} ib \frac{n_+ - 1}{n_+ + 1} e^{i\omega(t - \frac{n_+ z}{c})} - \frac{1}{2} ib \frac{n_- - 1}{n_- + 1} e^{i\omega(t - \frac{n_- z}{c})}. \end{aligned}$$

A közegen kívül (a $z < 0$ féltérben) a visszavert hullám vektorát még nem határoztuk meg, de jelen molekuláris tárgyalási mód alapján könnyen megtehetjük.

A visszavert hullám vektora mint a $z_1 > z$ rétegek hullámainak integrálja jelentkezett. Az integrálandó elemi hullámok mindegyikéről tudjuk, hogy a $-Z$ tengely mentén c sebességgel terjed tovább. Ha tehát a $z = 0$ síkban a visszavert hullám vektorát kiszámítottuk és ez mint

$$\mathfrak{E}_{v0} = \mathfrak{E}_{v0}(t)$$

adódott, akkor egy tetszőszerinti $z < 0$ síkban a reflektált hullám vektora:

$$\mathfrak{E}_{v, z < 0} = \mathfrak{E}_{v0} \left(t + \frac{z}{c} \right).$$

Ennélfogva a visszavert hullám a közegen kívül:

$$\begin{aligned}
 -\mathfrak{E}_{vx} &= \frac{1}{2} b \left[\frac{n_+ - 1}{n_+ + 1} + \frac{n_- - 1}{n_- + 1} \right] e^{i\omega \left(t + \frac{z}{c} \right)}, \\
 -\mathfrak{E}_{vy} &= \frac{1}{2} ib \left[\frac{n_+ - 1}{n_+ + 1} - \frac{n_- - 1}{n_- + 1} \right] e^{i\omega \left(t + \frac{z}{c} \right)}.
 \end{aligned}$$

Azaz a visszavert hullám polározásállapotát meghatározza az:

$$i \frac{\frac{n_+ - 1}{n_+ + 1} - \frac{n_- - 1}{n_- + 1}}{\frac{n_+ - 1}{n_+ + 1} + \frac{n_- - 1}{n_- + 1}} = i \frac{n_+ - n_-}{n_+ n_- - 1} \quad (38)$$

hányados. Végtelen csekély abszorpció esetén a visszavert fény ellipsziszben poláros lesz és az ellipszis tengelyei a koordinátatengelyekkel esnek egybe. El nem hanyagolható abszorpció esetén azonban az ellipszis a koordinátatengelyekhez képest *elfordulást* mutat. Leglényegesebb változás itt is, mint az áthaladó fény esetében, az abszorpciós vonal környezetében várható, hol a (38) formula egy a MACALUSO—CORBINO-effektushoz analog természetű effektusra mutat.

Az ezirányban tervbevevett kísérleteimtől várom a döntést, hogy az itt kapott elméleti eredményt a tapasztalat igazolja-e?

3. *A tranzverzális mágneses kettőstörés.* Legyen most a közeg az (XZ) sík által határolva, foglalja el az $y > 0$ féltér és essék be a $+Y$ tengely mentén tetszésszerű polározásállapotú síkhullám.

Felbontva e hullám vektorát két lineáris komponensre az X és Z tengelyek mentén, mindjárt megállapíthatjuk, hogy a Z-menti komponens tovaterjedését a mágneses tér nem befolyásolja. Mert (4) formulák alapján a megfelelő momentumkomponens a mágneses vektortól független. E hullám törésmutatója:

$$n_z = 1 + 4\pi N \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{k^2 - \frac{4\pi}{3} N \frac{e^2}{m} - \omega^2 + i\omega h}. \quad (39)$$

Az X-menti komponens hatására az oszcillátorok oly rezgésbe jönnek, melyet az (XY) síkban levő ellipszispálya jellemez. A momentumnak a tovaterjedés irányához képest longitudinális komponense is lesz.

Ennek az ellipszisnek a hullám síkjára való vetülete az X tengellyel párhuzamos egyenes, amiből következik, hogy ez a hullám a polározásállapot megváltozása nélkül terjed tova.

A közeg belsejében fellépő *gerjesztő* erőnek Y -menti komponense lesz:

$$\mathfrak{E}'_y = -4\pi\mathfrak{P}_y + \frac{4\pi}{3}\mathfrak{P}_y = -4\pi\left(1 - \frac{1}{3}\right)\mathfrak{P}_y.$$

Viszont (4) alapján:

$$\mathfrak{P}_y = N(a_{yx}\mathfrak{E}'_x + a_{yy}\mathfrak{E}'_y).$$

A két egyenlet egybevetéséből:

$$\mathfrak{E}'_y = -\frac{4\pi\left(1 - \frac{1}{3}\right)Na_{yx}}{1 + 4\pi\left(1 - \frac{1}{3}\right)Na_{yy}} \cdot \mathfrak{E}'_x.$$

Ugyancsak (4) alapján:

$$\mathfrak{P}_x = N(a_{xx}\mathfrak{E}'_x + a_{xy}\mathfrak{E}'_y).$$

\mathfrak{E}'_y értékét fenti egyenletből helyettesítve nyerjük:

$$\mathfrak{P}_x = N \frac{a_{xx} + 4\pi\left(1 - \frac{1}{3}\right)N(a_{xx}a_{yy} - a_{xy}a_{yx})}{1 + 4\pi\left(1 - \frac{1}{3}\right)Na_{yy}} \mathfrak{E}'_x = \alpha_T \mathfrak{E}'_x.$$

Innen α_T ismeretessé válik. A tenzorkomponenseket behelyettesítve, (30) és (35) alapján a törésmutató értéke:

$$n_x^2 = 1 + 4\pi N \frac{e^2}{m} \frac{q - \frac{4\pi}{3} N \frac{e^2}{m} + 4\pi N \frac{e^2}{m}}{\left[q - \frac{4\pi}{3} N \frac{e^2}{m}\right]^2 + 4\pi N \frac{e^2}{m} \left[q - \frac{4\pi}{3} N \frac{e^2}{m}\right] - s^2}. \quad (40)$$

Összehasonlítva ezt az értéket a (37) alatti törésmutató értékekkel, adódik:

$$\frac{1}{n_x^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{n_+^2} + \frac{1}{n_-^2} \right); \quad (41)$$

n_+^2 és n_-^2 különbözők, valahányszor $H \neq 0$, ami kifejezi a transzverzális kettőstörés jelenlétét. (41) ismeretes formula ennek az effektusnak az elméletéből.

A molekuláris elméletre jellemző, ahogyan ezt a kettőstörést megindokolja: A mágneses tér hatására a gerjesztett momentum

kétféle változást szenved; az egyik az, hogy Y komponens is keletkezik, a másik pedig, hogy az X komponens amplitudója és fázisa változik. Előbbire vezethető vissza, hogy a tovaterjedő hullám elektromos vektorának longitudinális komponense is lesz, míg a törésmutató változása pusztán utóbbira, mivel a longitudinális momentumkomponensek elemi hullámai egymást interferencia által kioltják.

*

Végül megragadom az alkalmát, hogy dr. FRÖHLICH IZIDOR egyetemi tanár úrnak a tanítvány hálás köszönetét fejezzem ki. E problémák az ő vizsgálatai nyomán fakadtak, melyeket hogy közvetlen közlelről láthattam, az ő gyakori szíves szóbeli közléseinek köszönhetem.

Ugyancsak kedves kötelességet teljesítek, midőn köszönetemet fejezem ki dr. RYBÁR ISTVÁN egyetemi tanár úrnak mindvégig jóindulatú érdeklődéséért és dr. CSÁSZÁR ELEMÉR egyetemi magántanár úrnak hasznos útmutatásaiért.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1926 október 4-én tartott üléséből.)

ZUR MAGNETOOPTIK DURCHSICHTIGER MEDIEN VOM MOLEKULARTHEORETISCHEN STANDPUNKTE.

Von ZOLTÁN BAY.

Im Sinne der molekulartheoretischen Dispersionsuntersuchungen werden die magnetooptischen Erscheinungen dispergierender Medien betrachtet. Das Verhalten eines Atoms im Medium wird mittels einer elektrischen Polarisation geschrieben, deren Moment im allgemeinen lineare Vektorfunktion der angreifenden elektrischen Feldstärke ist. So steht man im vom Magnetfeld freien Falle im Zusammenhang mit den Ergebnissen der FRÖNLICH'schen Versuche. Das Integrationsverfahren ist für ebene Wellen durchgeführt und die Resultate werden mit Hilfe des harmonischen Ersatzoszillators diskutiert.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 4. Oktober 1926.)

VIZSGÁLATOK A BAKTÉRIUM-SPÓRAKÉPZŐDÉS TÖRVÉNYSZERŰSÉGEIRŐL.

DARÁNYI GYULÁ-tól.

Sokat kutatott probléma már a bakteriológia kezdete óta, hogy mi váltja ki tulajdonképpen a bizonyos baktériumfajoknál mutakozó spóráképződést.

Legrégibb és ma is elismert elmélet a BUCHNER-féle, mely a tápanyagkimerülésben keresi az okot. BUCHNER nézetét MATZUSCHITA, SCHREIBER, KRUSE megerősítik és elvetik LEHMANN, továbbá OSBORN azt a felfogását, hogy a táptalaj kimerülésén kívül anyagszertermékek felhalmozódása is szerepelne. KRUSE a spóráképződést a fejlődés befejezésének («Ende der Entwicklung») tekinti. PREISZ Hugó szerint a spóráképződést úgy kell felfogni, mint a lépfenebacillus normális fejlődésének egy részét. HUTYRA és MAREK szerint is a baktérium akkor megy át spórába, ha bizonyos fejlődési fokot elért. PREISZ szerint a spóráképződés így nem befejezése a fejlődésnek, hanem a sporulatio a fejlődési körnek csak egy láncszeme. A PREISZ-féle felfogás szerint érthető, hogy a spóráfejlődés optimuma körülbelül ugyanolyan feltételek mellett (hőfok, hidrogén-ion koncentráció, oxigén koncentráció, stb.) van, mint az illető baktérium fejlődésének és szaporodásának az optimuma. A spóráképződés azonban még kedvezőbb feltételeket kíván, vagyis sok tekintetben kényesebb, mint az egyszerű osztódásos fejlődés. Kedvezőtlen H.-ion koncentrációnál, kedvezőtlen hőfoknál például még jó fejlődés mutakozhat, amikor spóráképződés már nincsen. Ha a szaporodás aerob viszonyokat kíván, akkor a spóráképződés ezt még inkább kívánja. Ismeretes, hogy nem kedvező táptalajon való tenyésztés a sporulatiót csök-

kenti, így pl. lépfene a glicerines táptalajon mutat ugyan fejlődést, spóráképződést azonban nem látunk. Öt különböző jó spóráképző lépfenetörzset, 56° C-on $\frac{1}{2}$ órai melegítésnek, más esetben karbolgőzők hatásának kitéve, továbbá 4%-os sós agaron, nem neutralizált agaron tenyésztve, a spóráképzés festett preparátumokban való összehasonlításakor az eredeti törzsekkel szemben erősen gyengült. Savi reakciónál nem lépnek fel spórák, csak involúciós alakok. BEHRING mész- vagy Ca-klorid hozzáadásával csak azért látott jobb spóráképződést, mert itt a baktériumok által termelt savak ezek a lúgok megkötik, de nem mintha Ca-ion önmagában okozná ezt a hatást. A gipsz-eljárás (lépfene) is ezért idéz elő nagy sporulatiót. TELEGDY szerint a lépfenebacillusfejlődés optimuma $7.8 pH$; 6 és $8.8 pH$ mellett még ha fejlődés volt is kísérleteimben, spóráképzés nem vagy csak alig lépett fel. A hőmérséklet iránt is a spóráfejlődés sokkal nagyobb igényt támaszt, mint az egyszerű szaporodás. Igen könnyen spórát képző baktériumokat: subtilist és anthracoidest szobahőmérsékleten tartva, 2—3 nap múlva sem láttam jó spóráképződést, pedig fejlődés különben már 24 óra múlva jól mutatkozott. Thermostatban már 20 óra múlva bőséges spóráképződés volt.

Némelyek bizonyos tápanyagok ingerét («Reizstoffe»), így vitaminokat és egyéb anyagokat (mint malátaoldat, neutralizált citromnedv) is alkalmaztak (LEICHENTRITT, PARHON és SAVINI, DEMNITZ és WEYRAUCH). Ezek az anyagok azonban nézetem szerint nem magára a spóráképződésre, hanem a baktériumok fejlődésére hatnak kedvezően és csak ezzel együtt segítik elő a spóráképződést. Ascitesagaron is a spóráképzés erősebb (DEMNITZ). Minél nagyobb általában a baktériumok életképessége, annál erősebb a spóráképző-képesség. Gyengén spóráképző, oltóanyagoknak használt 3 lépfenetörzset egérpassage-zsal erősebben spóráképzővé tettem:

Törzs jelzése	Eredeti törzs	Egérén átvitt törzs
Lab. sz. m. I. — — —	30	90
Lab. sz. m. II. — — —	50	80
Áll. O. A. juh — — —	—	15

A számok a spórák %-os mennyiségeit jelentik a kétnapos agartenyészetről felkent preparátumban. BUCHNER szerint is a legjobban táplált baktériumok mutatnak legbőségebb spóráképzést. Szorosabb összefüggés a virulenciával még sincsen, amint azt PREISZ és BAIL vizsgálataiból tudjuk (Zbl. f. Bakt. O. 1911. Bd 58. H. 6; Zbl. f. B. 1915. Bd 75. H. 2.). Ha virulens lépfenek sokszor erősebb spóráképződést mutatnak, ez csak nagyobb életképességük miatt van.

Tudjuk, hogy a spóráképzés agarra oltásnál nem lép fel a baktériumfejlődés első idejében, nem keletkezik fiatal baktérium-individuumoknál. Általában csak 4—5 nap múlva észlelünk jó spóráképződést agaron, bouillonban pedig még később, sokszor csak 1—2 hét múlva. Ha a baktériumoknak már nincs elegendő tápanyaguk, akkor az oszlás útján való szaporodás megszűnik, a baktériumok öregedni kezdenek és ezzel megindul a spóráképződés. Élő állati szervezetben nemcsak azért nem látunk spórákat, mert nincs szabad oxigén jelen, hanem azért sem, mert a nedves milieuban levő baktériumok a folytonos nedvcsere miatt még az öregedés beállása előtt oszlanak. JENSEN és SAND pathogen anæroboknál is (œdema malignum, sercegő üszök) kimutatták, hogy élő szervezetben spórák csak kivételesen találhatók és csak 24—48 órával a halál után lépnek fel. Ilyenkor ugyanis táptalajpótlás nem történik a nedvkeringés szünetelése folytán. Jól kifejlett bacillusoknál a spóráképzés akkor áll tehát be, ha a táptalaj hiánya miatt már nem tudnak oszlani és öregednek. Ezért találta SELTER, hogy jól kifejlett bacillusok leggyorsabban vízben vagy konyhasóoldatban termelnek spórát. Saját kísérleteim is ezt igazolják. Lépfenebacillus-emulsio phys. konyhasóban 2 nap múlva még spóramentes volt, de 4 nap múlva (A) már mutatott spórákat. Phys. konyhasó bouillonnal aa. keverve, már csak 9 nap múlva (B) adott spórákat, de nem olyan bőségesen, mint ugyanez idő alatt a phys. NaCl-mal 4-szer hígított leves (C). A kísérleteket az alábbi táblázat mutatja:

Törzs	A)	B)	C)
Lab. sz. II. m. — — —	1%	2%	4%
Virulens Koburg — — —	5%	1%	40 ⁰ / ₀
„ Sárvár — — —	—	0·5%	5 ⁰ / ₀

Higitatlan bouillontenyészet még 10 nap múlva sem adott spórákat thermostatban tartás után, 5 különböző törzs vizsgálataánál. Ily bouillonban ugyanis az oszláshoz tovább vannak meg a feltételek és az öregedés később következik be. Ezért is hagyták el újabban lépfene oltóanyagnál a bouillonoltásokat, mert az agartenyészet erősebb spóratartalmú és így állandóbb vaccinát szolgáltat. A kísérletek és észleletek tehát a mellett szólnak, hogy nem a táptalaj kimerülése, hanem az oszlás útján való szaporodás megszűntével a baktériumok öregedése a spóráképzés közvetlen kiváltó oka.

Lépfenével való kísérleteim közben azonban egy másik fontos jelenségre jutottam, mely a spóráképzés kiváltásánál a legfontosabb tényezőnek látszik. Eddigelé ily irányban csak bizonyos nem rendszeres észleletek voltak. Ezek az ismeretek körülbelül a következők. Említettem, hogy oltóanyagtermelő-intézetek jól tudják, hogy a spóráképzés bouillonban sokkal gyengébb, mint agaron. Saját kísérleteim szerint agaron a sporulatio még erősebb, mint phys. konyhasóban. Körülbelül 2 nap múlva kezdődik a spóráképzés agaron és csak 4 nap múlva phys. konyhasóoldatban. Tapasztalat az is, hogy Petri-csészeagaron jobb a sporulatio, mint ferde agaron. Ferde agarnak felső részén erősebb, mint a kondenzvíz közelében. Feltűnt az is, hogy 6 régi (5—6 hónapos) lépfenetenyészetet agarra leoltva már 20 óra múlva jó spóráképzés mutatkozott, míg ugyane törzsek friss tenyészeitől csinálva leoltást, 48 óra múlva is még alig voltak spórák. Már KRUSE is észlelte, hogy ferde agarra többször egymás után 24 óránként való átoltásnál a spóráképzést meglehetősen elnyomhatjuk. Ezen észleletek összeállításából a spóráképzésnek a nedvtartalommal való összefüggése emelkedik ki. Ezt a összefüggést méginkább nyilvánvalóvá tették a további

vizsgálatok. Friss agartenyészeteket konzervüvegekbe zárva, thermostatban 8—9 napig alkoholgőzök hatásának tettem ki és azután újra leoltottam. Az így leoltott tenyészetek azután rohamos spóraképződést mutattak, már 20—30 órai thermostatban tartás után. Az alkoholkísérleteket eredetileg a baktericid hatás tekintetében végeztem, amikor feltűnt a spóraképzés kedvező befolyásolása. Ezek a kísérletek terelték figyelmemet a baktériumok nedvességtartalmának a fontosságára. Az alkoholnak ugyanis igen erős vízelvonó hatása van, mely hosszabb idő alatt az agart is egészen összezsugorítja. Ezek után kísérleteket végeztem nedvdús és száraz táptalajokkal. Előbbire nedvdús ferde agart (A), utóbbira 1 óráig a thermostatban szárított Petri-csésze agarlemezt (B) használtam. A thermostat-tenyésztés 26 óráig tartott.

Törzs	A)	B)
Koburg vir. lépfene — — —	5%	10%
Sárvár „ „ — — —	5%	20%
Springer „ „ — — —	0.4%	10%
Phylaxia avirulens — — —	40%	70%
Áll. O. A. juh — — — —	20%	45%
Pápay juh — — — — —	5%	5%

Régi tenyészetoltás, agarlemezen való szárítás nem pontos eljárások; az alkohol, klórkalcium és kénsav felett való szárítás, melyeket megpróbáltam, nem nevezhetők kiméleteseknek. Legjobb és legegyszerűsebb eredményeket értem el üvegen szárítással virulens, életképes lépfenetörzsek felhasználásával. A viztelenítéssel tulajdonképpen mesterségesen azt idézzük elő, ami az öregedéssel kapcsolatban természetes úton, lassabban bekövetkezik, még pedig a bacillus colloidjainak histeresist, ami a viztelenedés, dehydratizálódás által jön létre.

Hogy a colloiddehydrataciónak a spóraképzésben való nagy fontosságát bebizonyítsam, olyan technikával kellett dolgoznom, mely összehasonlítható eredményeket ad. Ezért teljesen spórátlan fiatal bacillusokat használtam, amit úgy értem el, hogy

3 nap egymásután átoltva, az utolsó 20 órás agartenyészetet használtam. Egy platinakacsnyi mennyiséget az agar-kultúrából vékonyan üvegre kentem. Erre a célra széles, 3—4 cm lumenű steril kémcső belső felületét használtam. A kémcső száját jobb száradás céljából csak egész lazán steril vattával elzárva, a kémcsövet 1—5 napra thermostatba helyeztem. A thermostatban való megfelelő szárítás elteltével, az üvegen levő lepedéket egy kacs steril bouillonnal megnedvesítve meglazítottam és keveset thermostatban 1 óráig szárított agarlemezre kikentem. A lemezt azután 16—18 óráig thermostatban tartottam. Az összehasonlítás csak ilyenkor, a spóráképzés elején lehetséges jól, mert 2—3 napos tenyészetekben még gyengén sporogen-bacillusoknál is gyakran jóformán csak spórákat találunk, míg erős spóráképzők sokszor az újabb kicsirázás miatt éppen kevesebb spórát mutathatnak. A vizsgálatra eleinte spórafestést alkalmaztam, melyek közül az AUJESZKY-féle sósavas eljárás a legjobban bevált. Később azonban, mivel csak annak a meghatározásáról volt szó, hogy a látóterekben hány százalék a spóra, elegendőnek bizonyult az egyszerű methylenkék festés, melynél a a spóramennyiséget a negatív festési kép alapján határoztam meg. Az üveglepedékről közvetlenül készült festett készítményben spórák nem voltak.

Számos vad és szelidített lépfenetörzset vizsgáltam, még pedig 5 napi üvegszárítás (A), 2 napi üvegszárítás (B) után az üveglepedékről készült 18 órás tenyészetről, továbbá agarról (nem szárítva előbb üvegen) oltott friss 18 órás tenyészetéről (C). A kísérleti eredményeket összefoglalva a következő spóraszázalékokat kaptam:

Törzs	A)	B)	C)
Lab. sz. m. II. _ _ _ _ _	80	—	5
Pápay juh I. _ _ _ _ _	30	5	3
Áll. O. A. juh _ _ _ _ _	25	16	7
Virul. Koburg _ _ _ _ _	—	70	1
„ Springer _ _ _ _ _	—	90	1
„ Sárvár _ _ _ _ _	—	90	1·5

A szükséges colloiddehydratio különböző törzseknél individuális különbségeket mutat. Míg azonban virulens törzseknél az erős, már 18 óra múlva 70—90%-os spóraképzés elérésére a baktériumok 1—2 napi szárítása elegendő, addig nem virulens törzseknél sokszor 5 napi szárítás is szükséges. Egyszerű 18 órás tenyészetekben (C) spóra alig található, amint azt a táblázat mutatja.

Túlsok szárítás viszont a spóraképzést ismét kedvezőtlenül befolyásolja. Míg egyik kísérletsorozatomban Lab. sz. m. I. és II. törzsek 5 napi szárítás után 20 órás agartenyészetben 90, illetőleg 80%-os spóraképződést mutattak, addig a 25 napig szárított törzseknél már csak 5% volt a spórák száma. Míg 5 napi szárítás után az Áll. O. A. juh lépfene oltóanyagánál 25% spórát lehetett elérni, addig 23 napi szárítás után már csak 2% volt a spórák száma.

Egyéb spóra-bacillusokkal, így subtilis és b. cylindrosporog.-sel is végeztem kísérleteket. A spóraképződés rohamos fellépte miatt itt a vizsgálatot már 8 órai thermostathban tenyésztés után végeztem, amikor is az 5 napig üvegen szárított lepedék oltásánál (A) és az agarról tovább oltott tenyészetnél (B) a következő százalékokat kaptam:

Törzs	A)	B)
Subtilis — — — —	2	$\frac{1}{2}$
Cylindrospor. — —	12	4

A spóraszám emelkedő volta a bouillon, ferdeagar, agar-lemez tenyésztéskor, az erősebb sporulatio a ferde agar felső, szárazabb részén, továbbá a régi törzsekről való átoltásnál mutatkozó erős spóraképződés, e vizsgálatok alapján érthetővé válik. MATZUSCHITA szerint, amíg a talaj elegendő tápanyagot tartalmaz, addig spóraképzés nincs. A tápanyaghiányt vizsgálataim alapján csak másodlagos körülménynek kell tartanunk, ami csak közvetve az oszlás megállása és ezáltal az öregedés beállása miatt hat a spóraképzésre. Az öregedés nem egyéb,

mint histeresis, colloiddehydratio. Utóbbit, mint a fenti kísérletekből kiderül, fiatal baktériumoknál mesterségesen is elő tudtam idézni és ezzel együtt a spóráképzést igen nagy mértékben fokozni. Kísérleteim alapján tehát az a korábbi nézet, hogy a baktériumok kedvezőtlen körülmények beállásával spórába mennek át, módosítandó. KRUSE is a spóráképzést úgy tekinti, mint «Erzeugnis ungünstiger Verhältnisse» (Allg. Mikrobiol, 1910. 137.). Ez a felfogás azonban arra a még tankönyvekben is nem egyszer olvasható félreértésre adhat alkalmat, mintha káros befolyások kedvezően hatnának a spóráképzésre. BUCHNER azonban csak annyit mond, hogy a táptalaj kimerülésekor áll be a spóráképzés.

Kísérleteim alapján a spóráképzés egész problémája a következőkben foglalható össze:

1. Fejlődésre károsan ható fizikai-kémiai behatások a spóráképzést is gátolják. A spórafejlődés optimuma nagyjában az oszlás útján való fejlődés optimális feltételeinek felel meg (H.-ion-, oxigén-, só-koncentráció, hőmérséklet), csakhogy még szűkebb határok közt mozog, vagyis a baktériumok érzékenyebbek, kényesebb igényűek a spóráképzés, mint az oszlás útján való fejlődés tekintetében.

2. A spóráképzésnek azonban az említett feltételek mellett a legfontosabb elősegítője a baktériumtest dehydrataciója.

3. A kolloiddehidratació előállhat *a)* öregedés által, ami az oszlás útján való szaporodás megszűnésekor kezdődik (például táptalajkimerülés), *b)* mesterséges vízelvonás útján, fiatal baktériumoknál is.

4. Az eddigi BUCHNER-féle elmélet módosítandó. A táptalaj kimerülésének ugyanis csak közvetett szerepe van, amennyiben csak az oszlás útján való fejlődés megállását és így a baktériumok öregedését okozza. Az öregedés pedig a baktériumtest histeresise, a colloidok dehydrataciója által segíti elő a spórafejlődést.

CONDITIONS FOR SPORULATION.

By Dr. J. DARÁNYI.

Physical or chemical injurious influences have an unfavourable effect not only on the reproduction by division of bacteria, but on the sporeproduction too. The experiments show that with regard to the temperature, the concentration of Hydrogen, Oxygen, salt etc. the sporeformation requires even more suitable conditions than the reproduction of bacilli. As investigations demonstrate, the dehydration of the bacillusbody is very important for the sporeformation. This colloid dehydration may arise 1. through the aging of the bacteria or 2. with young bacilli too by artificial withdrawal of water. Dehydration was carried out by alcohol vapour, calciumchloride etc. and also by the drying of bacilli on a glass surface in an incubator during two days, the last method proving the most satisfactory. With the cultivation of so dried virulent anthrax bacilli we can produce 90% spores in so short a time as 18 hours. Other experiments with non virulent anthrax bacilli, *B. subtilis*, *B. anthracoides* etc. also support this statement. The aging is also a natural loss of water, known as Histeresis of the colloids. The exhaustion of the nourishing substances (theory of BUCHNER) has an effect on the spore production only in so far as, that with the ceasing of the reproduction by division, the individual bacilli become older and thus the colloids poorer in water. The theory of BUCHNER has therefore to be modified on this point, since not unfavourable conditions or exhaustion of nourishing substances, but the colloid-dehydration is the most important factor assisting sporulation.

(From the session of the III^d Classe of the Hungarian Academy of Sciences the 10th January 1927.)

MAGYARORSZÁGI STEFANITOK.¹

TOKODY LÁSZLÓ-tól.

Bevezetés.

Az az élénk vulkáni tevékenység, melynek a harmadkorban Magyarország színhelye volt, Selmechányán és környékén szintén erőteljes módon nyilvánult meg. A miocénben piroxén-andezit tört fel, diorit és granodiorit intrudált, azután az erupció biotit-amfibol-andezit és riolit kitörésével folytatódott, majd pedig ez követőleg a pliocénben bazalt kiömlésével zárult le. Az erupció-ciklus befejezte után vulkáni utóhatások jelentkeztek, melyek epigenetikus ércelérek keletkezésére vezettek. Az ércelérek mellékkőzete Selmechányán propilitosodott andezit, Hodrusbányán és Vihnyén diorit. Az NO csapással 12 km hosszúságban és 10—11 km szélességben egymással párhuzamosan haladó, összetett telérek a fiatal aranyos ezüstércelérek típusát mutatják. Ásványos kitöltésük főleg kvarc, amely mellett Au- és főleg Ag-tartalmú ércek szerepelnek nagy mennyiségben. Keletkezési és fellépési módjuk, valamint ásványos összetételük alapján a magmatikus extrusív, intrusív hidrotermális ércelépek sorába tartoznak.²

¹ A kir. Józsefműegyetem ásvány-földtani intézetében készült dolgozat.

² Böck H.: Előzetes jelentés a Selmechánya környékén előforduló eruptív kőzetek korviszonyairól. Földt. Közl. 1901. XXXI. p. 289.

A. BERGEAT: Die Erzlagertätten. Leipzig. 1905—6. p. 653.

F. BEYSCHLAG — P. KRUSCH — J. H. L. VOGT: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Stuttgart. 1912. Bd. II. p. 34.

PAPP K.: A Magyar Birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Budapest. 1915. p. 253.

P. NIGELI: Lehrbuch d. Mineralogie. Berlin. 1920. p. 547.

H. SCHNEIDERHÖHN: Die Oxydations- und Zementationszone der sul-

A telérek ásványai közül a következőkben a selmecbányai, hodrushányai és vihnyei stefanit kristálytani viszonyait ismertetem.

A vizsgálat céljaira szolgáló kristályok a Magyar Nemzeti Múzeum ásványtárának tulajdonában vannak és azokat tanulmányozásra Dr. ZIMÁNYI KÁROLY osztályigazgató úr engedte át, amiért e helyen is hálás köszönetemet kifejezni kedves kötelességemnek tartom.

Selmecbánya.

A stefanitnak Selmecbányán való előfordulása már régóta ismeretes. Megemlékeznek róla ESMARK,¹ SCHÖNBAUER,² ZIPSER,³ JONAS,⁴ ZEPHAROVICH,⁵ COTTA-FELLENBERG,⁶ GROTH,⁷ LISZKAY,⁸ TÓTH,⁹ SZABÓ,¹⁰ HINTZE,¹¹ PAPP.¹² Szerintük a selmecbányai stefanit

fidischen Erzlagerstätten. Fortschritte d. Mineralogie etc. Jena. 1924. p. 67—160.

P. NIGGLI: Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen Erzlagerstätten. Halle. 1925. p. 16., 51., 52.

H. SCHNEIDERHÖHN: Genesis und Paragenesis der Sulfidmineralien. C. DOELTER: Handbuch d. Mineralchemie. Dresden—Leipzig. 1926. Bd. IV. 1. p. 894.

¹ J. ESMARK: Kurze Beschreibung einer min. Reise durch Ungarn, Siebenbürgen u. das Banat. Freiberg. 1798. p. 24., 27.

² V. SCHÖNBAUER: Mineralogia metallorum Hungariæ et Transylvaniæ. Pesthini, 1806. és Viennæ. 1809—1810. p. 32.

³ CH. A. ZIPSER: Versuch eines topogr. min. Handbuches von Ungarn. 1817. p. 363., 376.

⁴ J. JONAS: Ungerns Mineralreich. Pesth. 1820. p. 372.

⁵ V. v. ZEPHAROVICH: Min. Lexicon. Wien. 1859—93. II. 309. III. 240.

⁶ B. v. COTTA — E. v. FELLENBERG: Die Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens. Freiberg. 1862. p. 141.

⁷ P. GROTH: Mineraliensammlung d. Kaiser-Wilhelms Universität Strassburg. Strassburg. 1878. p. 70.

⁸ LISZKAY G.: A selmecvidéki ásványok előjövételéről. Bány. Koh. Lapok. 1880. XIII. p. 181.

⁹ TÓTH M.: Magyarország ásványai. Budapest. 1882. p. 464—66.

¹⁰ SZABÓ J.: Selmec környékének geol. leírása. Budapest. 1891. p. 165. 230., 241., 255., 258., 464., 465.

¹¹ C. HINTZE: Handbuch d. Mineralogie. Leipzig. 1904. p. 1159.

¹² PAPP K.: A Magyar-birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Budapest. 1915. p. 253.

rövid oszlopokban, vastag táblákban, sejtesen összenőve fordul elő. Társásványai pirit, galenit, barnapát, ritkábban polibazit. A stefanit kvarckristályokon vagy vaskos kvarcon fennőve található. A kristályok aprók, rosszul fejlettek, torzultak, mohaszerűen halmozódtak fel és likacsos tömeget képeztek, amely tömegben pirit, kalkopirit, stefanit, polibazit és kvarc ismerhető fel.

Kristálytani megfigyeléseket PETERS¹ és VRBA² közölte.

PETERS a budapesti tud. egyetem ásványgyűjteményének két kristálycsoportját vizsgálta. Az egyik csoporton 15 mm nagyságú stefanitkristályok — hasonló méretű pirargirittel — voltak megfigyelhetők az $o\{110\}$, $b\{010\}$ és $c\{001\}$ formák kombinációjában a stefanit és kalkopirit lukacsos tömegén. Egy kisebb példányon fénytelen kristályok ültek violaszínű kvarc üregeiben és az $a\{100\}$, $b\{010\}$, $o\{110\}$, $d\{021\}$ és $P\{111\}$ formák kombinációit tüntették fel.

VRBA kis, 1.5 mm-es, fekete, erősen fénylő kristályokat írt le, melyek kalcittal és kvarccal druzás piriten egyenként vagy csoportosan fennőve fordultak elő. A kristályok formákban gazdagok, rajtuk a következő 17 forma lépett fel:

$b\{010\}$	$\delta_1\{071\}$	$\omega\{134\}$
$c\{001\}$	$\beta\{101\}$	$v\{132\}$
$t\{023\}$	$o\{110\}$	$w\{131\}$
$k\{011\}$	$m\{113\}$	$A\{313\}$
$d\{012\}$	$h\{112\}$	$\gamma\{151\}$
$e\{041\}$	$P\{111\}$	

A kristályok piramidális habitusúak. Ikreket VRBA nem figyelt meg.

Az általam tanulmányozott kristályok vaskos kvarcon fordultak elő kalkopirit, pirargirit és kvarckristályok társaságában. A stefanitnak öt apró, 1—2 mm nagyságú kristályán az alábbi 14 formát állapítottam meg:

¹ C. F. PETERS: Min. Notizen. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1861. p. 655—666.

² K. VRBA: Beitrag zu einer Monographie des Stefanit. Sitzb. d. Königl. böhmisch. Ges. d. Wiss. Prag. 1886. p. 180—181.

$a \{100\}$	$o \{110\}$	$l \{150\}$
$b \{010\}$	$l' \{120\}$	$i_1 \{190\}$
$c \{001\}$	$\star \{6.11.0\}^1$	$\varphi \{535\}$
$k \{011\}$	$\pi \{130\}$	$\psi \{532\}$
$d \{021\}$	$\pi_2 \{140\}$	

E formák sorában a $\star \{6.11.0\}$ a stefanitra általában új alak. Az $U \{120\}$, $\varphi \{535\}$, $\psi \{532\}$ a selmecbányai kristályok bizonytalan formái közé tartoznak.

Az általam megfigyelt kristályformák legnagyobb része a III. fajta prizmák közé tartozik, ellentétben VERBA megállapításaival, aki viszont a selmecbányai stefaniton főleg bipiramisokat észlelt.

A véglapok között az $a \{100\}$ alárendelt. A $b \{010\}$ erőteljes fejlettségű, de vertikálisan rostozott. A $c \{001\}$ fénytelen s csak igen ritka esetben ad jó reflexeket.

Az I. fajta prizmák közül csak a $k \{011\}$ és $d \{021\}$ jelenlétét állapíthattam meg. A $k \{011\}$ nagyobb lapokkal szerepelt, mint a $d \{021\}$. Mindkét forma lapjai a brachi-tengely irányában finoman rostozottak.

A selmecbányai stefanit kristályain nagy számmal léptek fel a III. fajta prizmák. Jellemző rájuk a vertikális irányú erős rostozottság.

Az $o \{110\}$ gyakori. Nagy lapjai függőleges irányban erősen rostozottak.

Az $U \{120\}$ egy kristályon fordult elő igen erősen rostozott és gyengén reflektáló, közép nagyságú lapokkal. A rávonatkozó szögadatok tág határok közt való ingadozása e forma biztos megállapítását kizárta.

$\{6.11.0\}$ a stefanitra általában új alak. Keskeny, de jól felismerhető lapjai az $o \{110\}$ és $\pi \{130\}$ között léptek fel. A függőleges rostozottság itt sem hiányzott. A forma megállapítását a rávonatkozó mért és számított szögértékek kielégítő egyezése tette lehetővé:

	mért	számított	$\pm A$
$6.11.0 : b =$	—	$40^\circ 45' 07''$	
$: \pi =$	$12^\circ 42'$	$12^\circ 50' 10''$	$0^\circ 08' 10''$
$: o =$	$16^\circ 41'$	$17^\circ 04' 21''$	$0^\circ 23' 21''$

¹ Új forma.

Kérdés, vajjon a $\{6.11.0\}$ egyezik-e az $U\{120\}$ vagy az $u\{350\}$ formákkal? Ennek megítélésére szolgáljanak a következő szögadatok:

			$\pm A$
$b :$	$\{6.11.0\}$	$40^\circ 45' 07''$	—
$: U$	$\{120\}$	$38^\circ 28' 32''$	$2^\circ 16' 35''$
$: u$	$\{350\}$	$43^\circ 38' 31''$	$2^\circ 53' 24''$

Amiként a $\pm A$ alatt feltüntetett különbségekből látható, a $\pm A$ mindkét esetben meghaladja a 2° -t, s így a $\{6.11.0\}$ az említett két forma egyikével sem azonosítható.

A $\pi\{130\}$ minden kristályon felléphet váltakozó nagyságú, vertikálisan erősen rostozott lapokkal.

A $\pi_2\{140\}$ formát SLAVIK¹ a pñbrami stefaniton mutatta ki először. A selmehányai kristályok között csak egyen jelent meg. Lapjai keskenyek, rostozottak. Szögadatai:

	mért	számított
$\pi_2 : b = 140 : 010$	$21^\circ 15'$	$21^\circ 40' 17''$
$: I = : 150$	$4^\circ 10'$	$4^\circ 02' 10''$
$: \pi = : 130$	$6^\circ 10'$	$6^\circ 14' 40''$

Az $I\{150\}$ ritkán szereplő forma, nála gyakoribb az $i_1\{190\}$. Mindkét alak keskeny lapokkal mutatkozott.

Az általam megvizsgált selmehányai stefanitkristályokon feltűnő a piramisok hiánya. A fősor bipiramisai közül egyet sem sikerült megállapítanom; a $\varphi\{535\}$ és $\psi\{532\}$ jelenléte is bizonytalan.

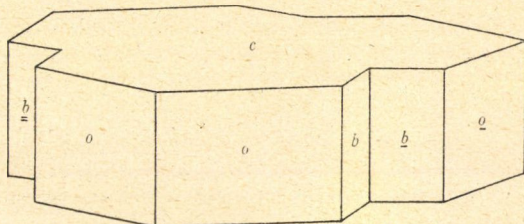
Az egyes kristályok kombinációját az alábbi táblázat mutatja:

Kristály	a	b	c	k	d	o	l'	$6.11.0$	π	π_2	I	i_1	φ	ψ
1.	a	b	c	k	d	o	.	.	π	.	.	.	.	.
2.	.	b	c	.	.	o	.	.	π	π_2	I	.	.	.
3.	.	b	c	.	.	o	.	$6.10.0$	π	.	.	i_1	.	.
4.	a	b	c	.	.	o	l'	.	π	.	.	i_1	φ	ψ
5.	.	.	c	.	.	o	.	.	π	π_2	.	i_1	.	.

A kristályok típusa rövid oszlopos, olykor vastag táblás.

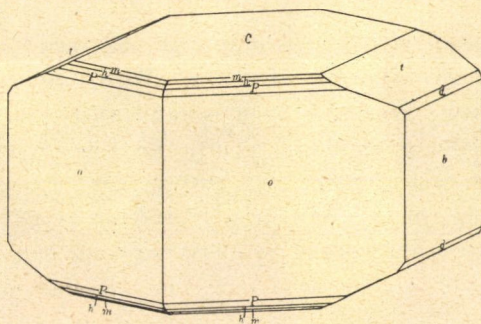
¹ F. SLAVIK: Kryst. Mitt. Bull. internat. de l'Acad. d. Scienc. de Bohême. 1902. p. 1.

Ikrek igen gyakoriak $o\{110\}$ szerint. Két egyénből alakultak, juxtapozíciósak. Kombinációjukban a $b\{010\}$, $c\{001\}$ és a III. fajta prizmák vesznek részt, dómák és piramisok nem szerepelnek. Megjelenésük a hodrusbányai hármás ikrek habitusával



1. ábra.

egyező (1. ábra). Feltűnő azonban, hogy míg a hodrusbányai, $o\{110\}$ szerint képződött kettes és hármás ikreknél igen gyakran észlelhetők a $\pi\{130\}$ szerint beiktatott ikerlemezek, addig



2. ábra.

a selmecbányai kristályoknál ezt egy alkalommal sem figyeltem meg.

A megvizsgált kristályok között mindössze egy volt, amely egyszerű kristálynak bizonyult, ez nagy hasonlóságot mutatott a hodrusbányai stefanit ama kristályával, melyet a 2. ábra tüntet fel. Az eltérés csak annyi, hogy a selmecbányai kristálynál a fősor piramisai hiányoztak és a $t\{023\}$ helyett a $k\{011\}$ lépett fel.

A mért és számított szögértékekből közlöm az alábbiakat:

	mért	számított
$c : k = 001 : 011$	$= 34^{\circ} 20'$	$34^{\circ} 24' 59''$
$: d = : 021$	$= 53^{\circ} 37'$	$53^{\circ} 52' 44''$
$b : I = 010 : 150$	$= 17^{\circ} 05'$	$17^{\circ} 38' 07''$
$: \pi_2 = : 140$	$= 21^{\circ} 15'$	$21^{\circ} 40' 17''$
$: \pi = : 130$	$= 27^{\circ} 25'$	$27^{\circ} 54' 57''$
$\pi : i_1 = 130 : 190$	$= 17^{\circ} 25'$	$17^{\circ} 54' 01''$
$: = : 6.11.0$	$= 12^{\circ} 42'$	$12^{\circ} 50' 10''$
$: o = : 110$	$= 29^{\circ} 23'$	$29^{\circ} 54' 31''$
$o : i_1 = 110 : 190$	$= 47^{\circ} 34'$	$47^{\circ} 48' 32''$
$: = : 6.11.0$	$= 16^{\circ} 41'$	$17^{\circ} 04' 21''$
$: o = : 1\bar{1}0$	$= 64^{\circ} 20'$	$64^{\circ} 12' 04''$
$b : \bar{b} =$	$64^{\circ} 31'$	$64^{\circ} 12' 04''$
$o : \bar{o} =$	$64^{\circ} 09'$	$64^{\circ} 12' 04''$

Hodrusbánya.

A hodrusbányai stefanit-előfordulásról ZIPSER,¹ JONAS,² COTTA-FELLENBERG,³ ZEPHAROVICH,⁴ LISZKAY,⁵ TÓTH,⁶ SZABÓ⁷ és HINTZE⁸ tesznek említést. Szerintük itt a stefanit vaskosan, olykor kristályokban található barnapát és pirit kíséretében kvarcon. Kristálytani megfigyeléseket az említett szerzők egyike sem közölt.

Az általam megvizsgált kristályok kvarcos alapon ültek táblás kifejlődésű, zöldes-sárga szfalerit társaságában; egyes stufákon a stefanitot kalkopirit kíséri, más darabokon a kalkopirit

¹ CH. A. ZIPSER: Versuch eines topogr. min. Handbuches von Ungern. Oedenburg. 1817. p. 123., 376.

² J. JONAS: Ungerns Mineralreich etc. Pesth. 1820. p. 372.

³ B. v. COTTA — E. v. FELLENBERG: Die Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens. Freiberg. 1862. p. 94.

⁴ V. v. ZEPHAROVICH: Min. Lexicon. Wien. 1859—1893. I. p. 435.

⁵ LISZKAY G.: Selmecvidéki ásványok előjövételéről. Bány. Koh. Lapok 1880. XIII. p. 181.

⁶ TÓTH M.: Magyarország ásványai. Budapest. 1882. p. 464.

⁷ SZABÓ J.: Selmec környékének geol. leírása. Budapest. 1891. p. 64., 79.

⁸ C. HINTZE: Handb. d. Min. Leipzig. 1904. p. 1159.

kisebb mennyiségben lép fel és ekkor mellette fehér vagy halványlila kvarc, barnapát és néhány pirargirit kristályka ismerhető fel. A stefanit kristályai általában aprók, méretük 0·5—1·5 mm, de találhatók 10—12 mm nagyságúak is. A kisebb kristályok fényesek, a nagyok homályos felületűek, goniométeres mérésre alkalmatlanok.

A hodrusbányai stefanit kristályformákban gazdagnak mondható, 9 megvizsgált kristályon, az alábbi 28 formát állapítottam meg, ezek között a * -gal jelöltek a stefanitra általában újjak:

$a \{100\}$	$t \{120\}$	$r \{221\}$
$b \{010\}$	$\pi \{130\}$	$A \{213\}$
$c \{001\}$	$i_1 \{190\}$	$\omega_5 \{3.9.10\}$
$s \{012\}$	$i \{1.11.0\}$	$l \{133\}$
$t \{023\}$	$* \{1.1.18\}$	$t_1 \{3.11.6\}$
$k \{011\}$	$* \{3.3.11\}$	$T \{142\}$
$d \{021\}$	$m \{113\}$	$* \{145\}$
$\lambda \{310\}$	$h \{112\}$	$K \{155\}$
$L \{210\}$	$P \{111\}$	
$o \{110\}$	$* \{775\}$	

E formák közül a leggyakoribbak: $b \ c \ d \ t \ k \ o \ m \ h \ P$.

Az $a \{100\}$ alárendelt, $b \{010\}$ erőteljes fejlettségű, fényes lapokkal jelent meg. A $c \{001\}$ minden kristályon fellépett, lapjai olykor homorúan görbültek, reflexük kielégítő.

Az I. fajta prizmák többnyire keskeny csíkok; ritkán alakult ki a $t \{023\}$ nagyobb lapokkal. A lapok mindenkor rostozottak a brachy-tengely irányában, reflexük gyenge, legjobb reflexeket a $d \{023\}$ szolgáltatta.

A II. fajta prizmák sorából egy formát sem sikerült megállapítanom.

A III. fajta prizmák lapjai igen erősen rostozottak a c -tengely irányában. Leggyakoribb az $o \{110\}$, amely mindig nagy lapokkal szerepelt. A $\lambda \{310\}$, $L \{210\}$, $U \{120\}$, $\pi \{130\}$ és $i \{1.11.0\}$ keskeny csíkok, melyek között a $\pi \{130\}$ ért el legnagyobb fejlettséget. Az $i_1 \{190\}$ formát DANA fedezte fel, a későbbi szerzők

is megfigyelték, mindenkor keskeny, alárendelt lapokkal jelent meg és ingadozó szögértékei alapján bizonytalannak tartották. A hodrusbányai stefanitokon igen gyakran kimutatható többnyire alárendelt keskeny lapokkal, de az egyik kristályon nagy, jól fejlett, majdnem tükörsima lapokkal figyeltem meg. Igen jó reflexei biztos megállapítását kétségtelenné tették. Feltűnő viszont az $I\{150\}$ hiánya, amely a stefanitnak egyik gyakori formája.

A fősor bipiramisai minden kristályon alárendelten jelentek meg, keskeny lapjaik nem adtak tökéletes reflexeket. Leggyakrabban az $m\{113\}$, $h\{112\}$ és $P\{111\}$ formák szerepeltek, köztük a $P\{111\}$ a legerőteljesebb fejlettségű. Az $r\{221\}$ két kristályon volt kimutatható. Az $\{1.1.18\}$, $\{3.3.11\}$ és $\{775\}$ a stefanitra új formák csak egy kristályon voltak megfigyelhetők. Lapjaik keskenyek, reflexük gyenge s így a rájuk vonatkozó szögértékek a számítottakkal nem egyeznek tökéletesen.

Az $\{1.1.18\}$ -ra vonatkozó mért és számított szögértékek:

	mért	számított	$\pm \Delta$
$1.1.18 : 110 =$	$85^\circ 25'$	$85^\circ 54' 39''$	$0^\circ 29' 39''$
$: 001 =$	$4^\circ 36'$	$4^\circ 05' 21''$	$0^\circ 30' 39''$

A mért és számított értékek közötti különbség a félfokot éri el s így e formát nem sorolhatjuk a biztosan megállapítottak közé.

A $\{3.3.11\}$ szögértékei:

	mért	számított	$\pm \Delta$
$3.3.11 : 110 =$	$70^\circ 53'$	$70^\circ 39' 49''$	$0^\circ 13' 11''$
$: 001 =$	$19^\circ 13'$	$19^\circ 20' 11''$	$0^\circ 07' 11''$

A mért és számított értékek közötti csekély eltérés folytán e forma biztosnak tekinthető. A $\{3.3.11\}$ nem vehető a $q\{114\}$ vicinális lapjának, mert az azonosítást az alábbi szögadatok kizárják, ugyanis:

$001 : 3.3.11 =$	$19^\circ 20' 21''$	$\pm \Delta$
$: 114 =$	$17^\circ 49' 50''$	$1^\circ 30' 31''$

A $\{775\}$ értékei:

	mért	számított	$\pm \Delta$
$775 : 110 =$	$29^\circ 30'$	$29^\circ 02' 20''$	$0^\circ 27' 40''$
$: 001 =$	$60^\circ 30'$	$60^\circ 57' 40''$	$0^\circ 27' 40''$

A mért és számított értékek közötti tetemes eltérés miatt e forma bizonytalan. Igen közel állnak a $\{775\}$ -höz a $\{776\}$ és $\{332\}$, amelyeknek számított értékei:

	$\pm \Delta$
001 : 776 = $56^\circ 20'$	$4^\circ 38'$
: 775 = $60^\circ 58'$	—
: 332 = $62^\circ 37'$	$1^\circ 39'$

A miként a $\pm \Delta$ alattiakból látható, e formák egymással nem azonosíthatók.

Az $\omega_5\{3.9.10\}$ formát VRBA¹ figyelte meg príbrami kristályokon, kicsiny, hibátlan, jó reflexet adó lapokkal. E formát csak egy kristályon tudtam kimutatni ugyancsak kicsi, kielégítő reflexű lappal, mért és számított szögértékei:

mért	számított	$\pm \Delta$
$34^\circ 46'$	$34^\circ 54' 30''$	$0^\circ 08' 30''$

jól egyeznek s így e formát a hodrusbányai stefanit formasorozatában biztosnak mondhatjuk.

Az $f\{133\}$ a stefanit gyakori alakja. A hodrusbányai kristályokon kétszer figyeltem meg. Az egyik alkalommal apró lapokkal, a másik esetben pedig csak egy, de nagy és tökéletes lap alakjában lépett fel.

A $t_1\{3.11.6\}$ formát G. vom RATH² mexikói kristályokon mutatta ki. Én egy ikerkristály mindkét egyénén konstatáltam nagy, jól reflektáló lapokkal.

$T\{142\}$ a stefanit nagy és tökéletes lapokkal megjelenő formája. A hodrusbányai kristályokon hasonló módon jelent meg. A $[001:142]$ övben még rajta kívül kimutatható volt az $\{145\}$ új forma keskeny, gyenge reflexeket szolgáltató lapokkal.

mért	számított	$\pm \Delta$
145 : c = $29^\circ 55'$	$30^\circ 31' 57''$	$0^\circ 36' 57''$
: T = $25^\circ 37'$	$25^\circ 19' 21''$	$0^\circ 17' 39''$

¹ K. VRBA: Beitrag zur einer Monographie des Stephanit. Sitz b. d. bömisch. Ges. d. Wiss. Prag. 1886. p. 131.

² G. vom RATH: Min. Notizen. Verh. d. Naturw. Vereins f. preuss. Rheinl. u. Westf. 1884. p. 290.

A mért és számított szögértékek közötti különbség alapján a forma kétes.

A $K\{155\}$ csak egy kristályon jelent meg nagy görbült lappal; a hozzá tartozó prizma hiányzott.

A $A:\{213\}$ forma bizonytalan.

A hodrusbányai stefanit formái között vannak igen gyakori-biztos, kevésbé gyakori-biztos, végül kétes formák.

Igen gyakoriak és biztosak:

$b\{010\}$	$\pi\{130\}$
$c\{001\}$	$i_1\{190\}$
$t\{023\}$	$m\{113\}$
$k\{011\}$	$h\{112\}$
$d\{021\}$	$P\{111\}$
$o\{110\}$	

Kevésbé gyakori-biztosak:

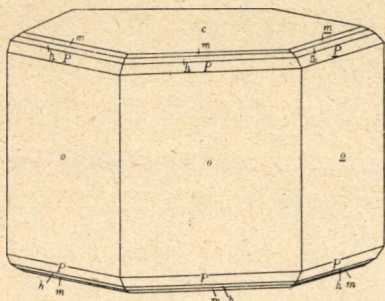
$a\{100\}$	$f\{133\}$
$s\{012\}$	$\omega_s\{3.9.10\}$
$i\{1.11.0\}$	$t_1\{3.11.6\}$
$\star\{3.3.11\}$	$T\{142\}$
$r\{221\}$	$K\{155\}$

Bizonytalan formák:

$\star\{1.1.18\}$	$U\{120\}$
$\star\{775\}$	$L\{210\}$
$A:\{213\}$	$\lambda\{310\}$
$\star\{145\}$	

A megfigyelt kombinációkat az alábbi táblázatban foglaltam össze:

Kris- tály	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>k</i>	<i>d</i>	λ	<i>L</i>	<i>o</i>	<i>U</i>	π	i_1	<i>i</i>	(1.1,18)	(3.3,11)	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>P</i>	775	<i>r</i>	<i>A</i> :	ω_5	<i>f</i>	t_1	<i>T</i>	(145)	<i>K</i>
1.	.	<i>b</i>	<i>c</i>	.	<i>t</i>	.	<i>d</i>	λ	.	<i>o</i>	.	π	.	<i>i</i>	.	.	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>P</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2.	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	.	<i>t</i>	.	<i>d</i>	λ	.	<i>o</i>	.	π	.	.	.	.	<i>m</i>	.	<i>P</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.	.	<i>b</i>	<i>c</i>	.	.	.	.	.	.	<i>o</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4.	.	<i>b</i>	<i>c</i>	.	.	.	.	λ	.	<i>o</i>	<i>U</i>	π	.	.	.	.	.	.	<i>P</i>	.	<i>r</i>	.	.	<i>f</i>	.	.	.	.
5.	.	.	<i>c</i>	.	.	<i>k</i>	.	.	<i>L</i>	<i>o</i>	.	.	i_1	.	.	.	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>P</i>	.	.	<i>A</i>:	.	.	.	.	.	.
6.	.	.	<i>c</i>	.	.	.	.	.	.	<i>o</i>	.	.	.	.	.	.	.	<i>h</i>	<i>P</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7.	.	.	<i>c</i>	.	.	<i>k</i>	.	.	.	<i>o</i>	.	.	.	.	.	.	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>P</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8.	.	.	<i>c</i>	.	.	<i>k</i>	<i>d</i>	.	.	<i>o</i>	.	.	i_1	.	.	.	.	.	<i>P</i>	.	.	.	.	.	.	<i>T</i>	(145)	.
9.	.	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>k</i>	<i>d</i>	.	.	<i>o</i>	.	.	i_1	<i>i</i>	(1.1,18)	(3.3,11)	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>P</i>	(775)	<i>r</i>	.	ω_5	<i>f</i>	t_1	<i>T</i>	.	<i>K</i>

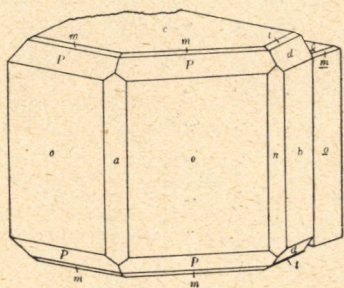
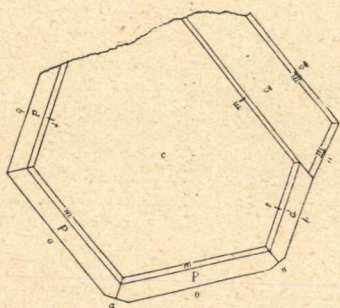


3. ábra.

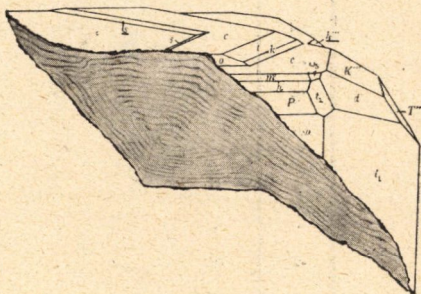
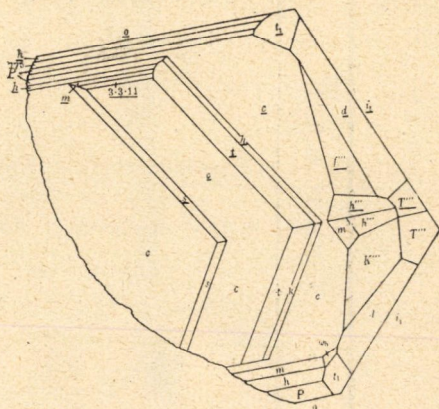
A hodrusbányai stefanit kristályai két típusba sorolhatók és pedig: 1. rövid oszlopos és 2. piramidális típusba. A rövid oszlopos kifejlődésűek a gyakoribbak. A piramidális típust csak egy kristály képviselte.

A rövid oszlopos kristályok legegyszerűbb kombinációja a $c b o$ formákból áll (1. ábra), a legdúsabb pedig a $b c s t k d o i_1 i$ (1.1.18) (3.3.11) m

$h P (775) r \omega f t_1 T K$ alakokból (5. ábra). Mindazon kristályokat, melyek $\underline{2}$ típusba tartoznak, jellemzi az $o \{110\}$, $b \{010\}$



4. ábra.

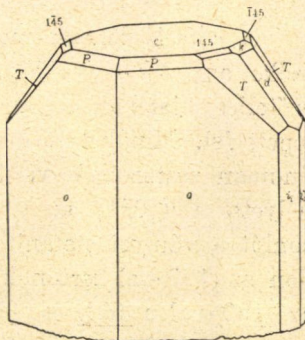


5. ábra.

és $c\{001\}$ erőteljes kifejlődése. Az összetettebb kombinációk főleg az $[110:001]$, $[010:001]$ és $[110:010]$ övekbe tartozó formák kialakulása útján jönnek létre, miként azt az 1—5. ábra mutatja.

A piramidális típust csak egy kristály (6. ábra) képviselte, amelynek piramidális jellegét a $T\{142\}$ adta meg.

A stefanit kristály között sokkal gyakoribbak az ikerkristályok (1., 3., 4., 5. ábra), mint az egyszerű egyének (2. és 6. ábra). Az egyszerű egyének közül két kristályt figyelhettem meg (2. és 6. ábra). Az egyik rövid oszlopos, a $b\ c\ o\ t\ d\ m\ h\ P$ formákból álló kombinációt tünteti fel (2. ábra), amelyhez hasonló kifejlődésű kristályt a selmecbányaiak között is találunk. A másik kristály piramidális, de a szokott típustól eltérő, amennyiben piramidális jellegét nem a $P\{111\}$, hanem a $T\{142\}$ forma adja meg (6. ábra).



6. ábra.

A miként ismeretes, a stefanit két ikertörvény szerint alkot ikerkristályokat és pedig 1. ikerlap az $o\{110\}$, 2. ikerlap a $\pi\{130\}$ egyik lapja; az ikrek juxta pozíciósak vagy penetrációsak és két vagy több egyénből összetettek. Az általam megfigyelt ikerkristályok $o\{110\}$ szerinti két, esetleg három egyénből állók, juxta pozíciósak. $\pi\{130\}$ szerint képződött ikerkristályok a hodrusbányai stefanitok között önállóan nem szerepelnek, de igen gyakran megfigyelhető, hogy az $o\{110\}$ szerinti ikerkristályokon keskeny ikerlemezek ismerhetők fel $\pi\{130\}$ szerint.

Az 1. ábra kristálya egy hármass ikerkristályt mutat, amely a $b\{010\}$, $c\{001\}$ és $o\{110\}$ formákból áll. Hasonló kifejlődésű ikerkristályok a hodrusbányai stefanitok között nem ritkák.

A hármass ikreknél gyakoribbak a két egyénből összetettek. Ezeknél az ikret alkotó két egyén sokszor nem egyenlő méretű és olykor megfigyelhető, hogy a két harmadik véglap, a $c\{001\}$ és $c\{001\}$ nincs egy szintben, az egyének vertikális irányban el-

tolódtak egymástól. Néha az összenövés sem tökéletesen parallel, hanem csak hypoparallel. Két egyénből alakult ikerkristályokat tüntetnek fel a 3., 4. és 5. ábrák. A 4. ábra kristálya egy egyenlőtlen nagyságú és egymáshoz képest vertikálisan eltolódott ikerkristály kevéssé idealizált rajzát mutatja.

A legkomplikáltabb iker természetes kifejlődésének megfelelő képét az 5. ábra adja vissza. A kombinációban szereplő formák:

az alapállású egyénnél: $c\ s\ t\ k\ d\ o\ i_1\ m\ h\ P\ t_1\ \omega_5\ T\ K$

az ikerállású egyénnél: $c\ s\ t\ k\ d\ o\ i_1\ (1.1.18)\ (3.3.11)\ m\ h\ P\ (775)\ r\ f\ t_1\ T$

A $c\{001\}$ terrasz módjára háromszorosan ismétlődik, a lépcsőket az $s\ t\ k\ o$ és a fősor piramisai alkotják. Feltűnő az $i_1\{190\}$ erőteljes kialakulása, amely forma az $o\{110\}$ -val egyensúlyban lépett fel. Mindkét forma lapjai csak igen kis mértékben, igen finoman rostozottak vertikális irányban. A $b\{010\}$ hiányzik és helyette a $d\{021\}$ az $i_1\{190\}$ -val jut kombinációba, amihez hasonló a vihnyi stefanit esetében tapasztalhatunk. Hasonló módon az (190) -val kerülnek metszésbe a $(\bar{1}55)$ és $(\bar{1}42)$ lapok, illetve az (190) -val a (021) és $(\bar{1}42)$ lapok. A prizmazónában beugró szögek nincsenek, csak a $(\bar{1}13)$, $(\bar{1}12)$ és $(\bar{1}12)$, továbbá a $(0\bar{1}2)$ és $(0\bar{1}2)$ lapok között. Az ikeregýéne fellépő és a fősorba tartozó piramisok sokkal nagyobb számmal jelentkeztek, mint az alapegyéne és mindenkor keskeny csíkok. A fősor piramisainál nagyobb terjedelműek az $i_1\{190\}$ fölött elhelyezkedő piramisok, amelyek közül különösen az $f\{133\}$ és $K\{155\}$ erőteljes fejlettségűek, a hozzájuk tartozó és a stefaniton gyakori prizmák azonban hiányoztak. A $T\{142\}$ is jól fejlett. A $t_1\{3.11.6\}$ mindkét egyéne — általános megjelenési alakjától eltérve — nagy lapokkal szerepelt.

A tanulmányozott hodrusbányai stefanit-kristályok egy része mindkét végén kifejlett s így a hemimorfia szempontjából igen értékes anyagnak ígérkezett. Azonban a megvizsgált kristályokon a hemimorfia nem nyilvánult meg oly mértékben, mint MIERS¹

¹ H. A. MIERS: The hemimorphism of Stefanite. Min. Mag. 1890. IX. p. 1—4.

vagy D'ACHIARDI¹ kristályain. Például a 2. kristályon felül a $c m P t d$, alul csak a $c\{001\}$ fe)lödött ki. A 4. kristály felső végén a $c P r f$, alul ismét csak a $c\{001\}$ jelent meg. Az 5. kristályon fent a $c m h P$, lenn pedig a $c P$ formák ismerhetők fel. Az említett piramisok azonban a felsorolt kristályokon csak keskeny sávok, úgy hogy elmaradásukból a hemimorfíára biztosan nem következtethetünk.

A mért és számított érték sorából közlöm az alábbiakat:

			mért	számított
$c : s =$	001	: 012 =	18° 21'	18° 54' 36"
: $t =$		: 023 =	24° 31'	24° 32' 57"
: $k =$		: 011 =	34° 28'	34° 24' 59"
: $d =$		: 021 =	53° 49'	53° 52' 44"
: =		: 1.1.18 =	4° 36'	4° 05' 21"
: =		: 3.3.11 =	19° 13'	19° 20' 11"
: $m =$		: 113 =	23° 15'	23° 12' 47"
: $h =$		: 112 =	32° 46'	32° 45' 12"
: $P =$		: 111 =	52° 06'	52° 08' 40"
: =		: 775 =	60° 30'	60° 57' 40"
: $r =$		: 221 =	68° 33'	68° 45' 47"
: $\omega_5 =$		: 3.9.11 =	34° 46'	34° 54' 30"
: $f =$		: 133 =	38°	37° 47' 18"
: $t_1 =$		: 3.11.6 =	54°	53° 51' 18"
: $T =$		: 142 =	55° 48'	55° 51' 18"
: =		: 145 =	29° 55'	30° 31' 57"
: $K =$		: 155 =	35° 03'	35° 42' 48"
$d : t =$	021	: 023 =	29° 13'	29° 19' 47"
: $m =$		: 113 =	44° 35'	44° 39' 29"
: $f =$		: 133 =	25° 06'	25° 24' 52"
: $T =$		: 142 =	17° 44'	17° 47' 45"
: $K =$		: 155 =	21° 24'	21° 52' 29"
: $i_1 =$		: 190 =	37° 21'	37° 18' 04"
$o : a =$	110	: 100 =	32° 20'	32° 10' 32"
: $\lambda =$		: 310 =	19° 44'	20° 19' 54"
: $U =$		: 120 =	cca 18° 19'	19° 20'
: $\pi =$		: 130 =	29° 36'	29° 54' 31"
: $i_1 =$		: 190 =	47° 48'	47° 48' 32"
: $i =$		: 1.11.0 =	68° 11'	67° 50' 24"
: =		: 1.1.18 =	85° 25'	85° 54' 39"

¹ G. D'ACHIARDI: Emimorfismo e geminazione della stefanite del Sarraus (Sardegna). Giorn. d. Min. Crist. e Petr. Pisa. 1901. II. p. 241—273.

			mért	számfittott	
:	=	: 3.3.11 =	70° 53'	70° 39' 49"	
:	P =	: 111 =	37° 51'	37° 51' 20"	
:	=	: 775 =	29° 30'	29° 02' 20"	
i : b =	1.11.0 :	010 =	8° 15'	8° 13' 20"	
i : i ₁	:	: 190 =	20°	19° 09' 20"	
b : <u>b</u>	010 :	<u>010</u> =	64° 27'	64° 21' 04"	o {110} szerinti írek
o : <u>o</u>	110 :	<u>110</u> =	64° 27'	64° 21' 04"	
o : o	110 :	110 =	64° 27'	64° 21' 04"	
o : <u>o</u>	110 :	<u>110</u> =	51° 23'	51° 17' 52"	
b' : <u>o'</u>	010 :	<u>110</u> =	6° 33'	6° 31'	
i ₁ : i ₁	190 :	190 =	84° 17'	84° 22' 56"	π {130} szerinti írek.
o : o	110 :	<u>110</u> =	8° 35'	8° 31' 10"	

Vihnye.

A stefanitnak Vihnyén való előfordulását az irodalom nem említi.

Az a stufa, melyet megvizsgálnom alkalmam volt, egy kvarcos telérdarab, melyen a szukcesszió sorrendjében pirargirit, pirit, kvarc, barnapát és stefanit kristályok ismerhetők fel.

Behatóbb kristálytani vizsgálatra mindössze csak egy kristályt tudtam felhasználni s ezen a 2 mm nagyságú kristálytöredéken az alábbi 9 formát állapítottam meg:

c {001}	i ₁ {190}
t {023}	m {113}
k {011}	l {223}
d {021}	P {111}
o {110}	

E felsorolt formákon kívül a kristályalakoknak még egy egész sorát figyelhettem meg — különösen az [o : c = 110 : 001] és [b : c = 010 : 001] övekben — azonban szögértékeik annyira ingadozók és az azokból levezethető indexek oly magasak, hogy e formák felette kétségesek s így a vihnyei stefanit formasorozatába fel sem vettem őket.

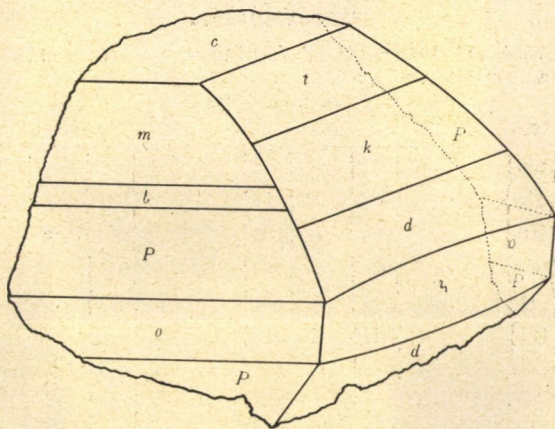
A c {001} laptöredéke símafelületű, reflexe jó.

Az [o : c = 110 : 001] övben a P {111} és m {113} ismerhető

fel nagyobb, de görbült lapokkal; közöttük alárendelten jelenik meg az $l\{233\}$.

Igen erősen görbült lapok képviselik az I. fajta prizmákat, amelyeknek összefolyó reflexeiből csak a $t\{023\}$, $k\{011\}$ és $d\{021\}$ formákat volt lehetséges meghatározni. Rajtuk kívül még számos forma mutatkozik többé-kevésbbé gyenge, elmosódott reflexekkel, amelyeknek azonban biztos megállapítása nem vihető keresztül.

A III. fajta prizmákat az $o\{110\}$ és $i_1\{190\}$ képviselik. Mindkét forma lapjai az $[o:c=110:001]$ és $[b:c=010:001]$ öv



7. ábra.

lapjaihoz viszonyítva kis terjedelműek, a vertikális irányban erősen rostozottak. Az $i_1\{190\}$ a $b\{010\}$ -t helyettesíti, csak egy lappal jelent meg, a $[b:c]$ öv lapjaival való kombináció-élei görbültek.

A vihnyei kristályok habitusa eltérő a hodrusbányai és selmecbányai stefanitokétól. Az utóbbiak prizmás, rövid oszlopos kifejlődésűek, a vihnyei pedig piramidális, illetőleg piramidális-brachydomás típusúak, amint azt a természetes kifejlődésnek megfelelően készült 7. ábra mutatja.

A megvizsgált kristálytöredék egyszerű kristálynak bizonyult; ikeregynének jelenléte nem volt megállapítható.

A megfigyelt szögértékek közül közlöm az alábbiakat:

	mérve	számítva
$c : t = 001 : 023$	$= 24^{\circ} 01'$	$24^{\circ} 32' 57''$
$: k = : 011$	$= 34^{\circ} 0'$	$34^{\circ} 24' 59''$
$: d = : 021$	$= 53^{\circ} 27'$	$53^{\circ} 52' 44''$
$: m = : 113$	$= 23^{\circ} 09'$	$23^{\circ} 12' 47''$
$: l = : 223$	$= 40^{\circ} 51'$	$40^{\circ} 37' 16''$
$: P = : 111$	$= 51^{\circ} 59'$	$52^{\circ} 08' 40''$
$: o = : 110$	$= 89^{\circ} 47'$	$90^{\circ} 0' 0''$
$o : o = 110 : 110$	$= 115^{\circ} 28'$	$115^{\circ} 38' 56''$
$: i_1 = : 190$	$= 47^{\circ} 27'$	$47^{\circ} 48' 32''$

A mért és számított szögértékek közötti különbségeket az előbb már említett lapkifejlődés okozza.

Összefoglalás.

A selmecbányai, hodrusbányai és vihneyi stefanit kristályain a következő 42 forma figyeltetett meg:

Selmecbánya

PETERS	VRBA		TOKODY	
$a \{100\}$	$b \{010\}$	$h \{112\}$	$a \{100\}$	$i_1 \{190\}$
$b \{010\}$	$c \{001\}$	$P \{111\}$	$b \{010\}$	$\varphi \{535\}$
$c \{001\}$	$t \{023\}$	$\omega \{134\}$	$c \{001\}$	$\psi \{532\}$
$d \{021\}$	$k \{011\}$	$v \{132\}$	$k \{011\}$	
$o \{110\}$	$d \{021\}$	$w \{131\}$	$d \{021\}$	
$P \{111\}$	$e \{041\}$	$A \{313\}$	$U \{120\}$	
	$\delta_1 \{071\}$	$\gamma \{151\}$	$\star \{6.11.0\}$	
	$\beta \{101\}$		$\pi \{130\}$	
	$o \{110\}$		$\pi_2 \{140\}$	
	$m \{113\}$		$I \{150\}$	

Hodrusbánya

TOKODY		
$a \{100\}$	$U \{120\}$	$r \{221\}$
$b \{010\}$	$\pi \{130\}$	$A \{213\}$
$c \{001\}$	$i_1 \{190\}$	$\omega_s \{3.9.10\}$
$s \{012\}$	$i \{1.11.0\}$	$f \{133\}$
$t \{023\}$	$\star \{1.1.18\}$	$t_1 \{3.11.6\}$
$k \{011\}$	$\star \{3.3.11\}$	$T \{142\}$
$d \{021\}$	$m \{113\}$	$\star \{145\}$
$\lambda \{310\}$	$h \{112\}$	$K \{155\}$
$L \{210\}$	$P \{111\}$	
$o \{110\}$	$\star \{775\}$	

Vihnye

TOKODY
$c \{001\}$
$t \{023\}$
$k \{011\}$
$d \{021\}$
$o \{110\}$
$i_1 \{190\}$
$m \{113\}$
$l \{223\}$
$P \{111\}$

* Uj forma.

A véglapok között gyakori és nagyra fejlődött a $c\{001\}$, a $b\{010\}$ erőteljes, az $a\{100\}$ alárendelt fejlettségű. Az I. fajta prizmák között $t\{023\}$ és $d\{021\}$ uralkodnak, a vihneyi kristályokon még a $k\{011\}$ is nagy lapokkal alakult ki. A többi I. fajta prizma keskeny lapokkal lépett fel. II. fajta prizmák sorából csak VRBA említi a selmechányai kristályokon megjelenő $\beta\{101\}$ -t.

A magyarországi stefanitokon nagy számmal szerepeltek a III. fajta prizmák, melyeket a vertikális irányú erős rostozottság tüntet ki. Legnagyobb fejlettségű és leggyakoribb az $o\{110\}$. Igen gyakori a $\pi\{130\}$. A magyar stefanitokra jellemző alak az $i_1\{190\}$, amely mindhárom lelőhely kristályain keskeny lapokkal szerepelt. Az egyik hodrusbányai kristályon az $o\{110\}$ -val egyensúlyban, nagy lapokkal alakult ki, a vihneyi kristályon $b\{010\}$ -t helyettesítette. A többi III. fajta prizma alárendelt.

A bipiramisok közül a $[c:o=001:110]$ övbe tartozók a gyakoriak. A legnagyobb fejlettségű a $P\{111\}$. Bipiramisokban leggazdagabbak első-sorban a hodrusbányai, másodsorban a selmechányai kristályok.

A kristályformák lelőhelyenkénti előfordulásáról és gyakoriságáról, az övek kifejlődéséről, az ásvány általános típusáról, a perzisztenciaértékek nyujtanak felvilágosítást.¹

A magyar stefanitokon megfigyelt kombinációk száma:

Selmechánya (PETERS 2, VRBA 1, TOKODY 5) 8 + Hodrusbánya 9 + Vihney 1 = 18. A kombinatorius perzisztencia értékei P :

	Előfordul	P		Előfordul	P
$o\{110\}$	19	45·23%	$a\{100\}$	5	11·90%
$c\{001\}$	17	40·47%	$t\{023\}$	5	11·90%
$P\{111\}$	11	26·19%	$\lambda\{310\}$	3	7·14%
$b\{010\}$	10	23·80%	$U\{120\}$	2	4·79%
$\pi\{130\}$	8	19·04%	$\pi_2\{140\}$	2	4·79%
$k\{011\}$	7	16·70%	$i\{1.11.0\}$	2	4·79%
$d\{021\}$	7	16·70%	$r\{221\}$	2	4·79%
$m\{113\}$	7	16·70%	$f\{133\}$	2	4·79%
$i_1\{190\}$	7	16·70%	$T\{142\}$	2	4·79%
$h\{112\}$	6	14·28%			

Az alábbi formák csak egy alkalommal szerepeltek, P értékük: 1·19%.

¹ P. NIGGLI: Kristallisation u. Morphologie d. rhomb. Schwefels. Zeitschr. f. Krist. 58. 1923. p. 490—521.

$s \{012\}$	$\star \{3.3.11\}$	$\gamma \{151\}$
$e \{041\}$	$\star \{775\}$	$K \{155\}$
$\delta_1 \{071\}$	$l \{223\}$	$A: \{213\}$
$\beta \{101\}$	$\omega \{134\}$	$A \{313\}$
$L \{210\}$	$v \{132\}$	$q \{535\}$
$\star \{6.11.0\}$	$w \{131\}$	$w \{532\}$
$I \{150\}$	$w_5 \{3.9.10\}$	$l_1 \{3.11.6\}$
$\star \{1.1.18\}$	$\star \{145\}$	

A kombinatorius perzisztencia értékei alapján a megvizsgált magyarországi stefanitoknál két főzónát állapíthatunk meg, nevezetesen az $[o:c = 110:001]$ és a $[b:o = 010:110]$ öveket, amelyekén kívül jelentős még az $[b:c = 010:001]$ öv is. Az $[o:b = 110:010]$ öv erőteljesebb fejlettségű, mint az $[o:c = 110:001]$. A tanulmányozott lelőhelyek stefanit-kristályainak általános kombinációját a $b \{010\}$, $c \{001\}$, $o \{110\}$, $P \{111\}$ formák alkotják.

A lelőhely perzisztenciának — tekintve, hogy mindössze három lelőhely kristályairól van szó — nincs különösebb jelentősége. A kristályalakok lelőhelyekkénti megoszlása az egyes előfordulási helyeknél közölt kombinációs táblázatokból kitűnik és végeredményben ugyanazok a formák érnek el magas értékeket, mint a kombinatorikus perzisztencia esetében.

A stefanit két ikertörvény szerint alkot ikerkristályokat: 1. ikerlap $o \{110\}$, 2. ikerlap $\pi \{130\}$. A selmecbányai stefanitok között csak $o \{110\}$ szerinti két egyénből álló juxtapozíciós ikreket figyeltem meg. A hodrusbányai kristályoknál mindkét ikertörvény fellépett, $\pi \{130\}$ szerinti ikerkristályok az $o \{110\}$ szerinti alakult ikerkristályokon mutathatók ki, mint keskeny ikerlemezek. A hodrusbányai kristályok kettes vagy hármas juxtapozíciós ikrek; az előbbieket gyakoriabban. A vihnyei kristályon nem volt felismerhető ikerállású egyén.

Az ikerperzisztencia¹ szempontjából a következőket állapíthatjuk meg. H érték magas. A W érték alapján az $o \{110\}$ szerinti ikertörvény a magasabb rendű.

A selmec- és hodrusbányai stefanit típusa rövid oszlopos, olykor vastag táblás; a vihnyeié piramidális-brachydomás. Általános típus gyanánt pedig $c \{001\}$, $b \{010\}$, $o \{110\}$, $P \{111\}$ formákból alakult, rövid oszlopos, $\{110\}$ szerint képződött két egyénből álló juxtapozíciós ikerkristályt jelölhetünk meg.

Heminorfia a selmecbányai és vihnyei kristályokon nem ismerhető

¹ L. TOKODY: Über zwei neue Persistenzwerte. Zeitschrift f. Krist. 1926. Bd. 64. p. 160—163.

fel. A hodrusbányai kristályokon egyes hipiramis lapok elmaradásában nyilvánul meg, de nem oly mértékben, hogy abból a hemimorfiaira biztosan következtethetnénk.

A stefanit kísérő ásványai *Selmebányán* galenit, pirit, kalkopirit, pirargirit, polibazit, kvarc, barnapát; *Hodrusbányán* szfalerit, kalkopirit, pirargirit, kvarc, barnapát; *Vihnyén* pirit, pirargirit, kvarc, barnapát. A felsorolt ásványok *Selmebányán* a propilitosodott andezitben, *Hodrusbányán* és *Vihnyén* a dioritban lévő és a fiatal aranyos ezüstérc-formációhoz tartozó ércelésekben fordulnak elő.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1926. évi november hó 8-án tartott üléséből.)

ÜBER UNGARISCHE STEPHANITE.

Von L. TOKODY.

An den Stephanitkristallen von *Selmecbánya*, *Hodrusbánya* und *Vihnye* (Comitat Hont, Ungarn) wurden folgende 42 Formen beobachtet.

<i>Selmecbánya</i>					
PETERS	VRBA		TOKODY		
$a \{100\}$	$b \{010\}$	$m \{113\}$	$a \{100\}$	$\star \{6.11.0\}$	
$b \{010\}$	$c \{001\}$	$h \{112\}$	$b \{010\}$	$\pi \{130\}$	
$c \{001\}$	$t \{023\}$	$P \{111\}$	$c \{001\}$	$\pi_2 \{140\}$	
$d \{021\}$	$k \{011\}$	$\omega \{134\}$	$k \{011\}$	$I \{150\}$	
$o \{110\}$	$d \{021\}$	$v \{132\}$	$d \{021\}$	$i_1 \{190\}$	
$P \{111\}$	$e \{041\}$	$w \{131\}$	$o \{110\}$	$\varphi \{535\}$	
	$\delta_1 \{071\}$	$A \{313\}$	$U \{120\}$	$\psi \{532\}$	
	$\beta \{101\}$	$\gamma \{151\}$			
	$o \{110\}$				
<i>Hodrusbánya</i>					
TOKODY			<i>Vihnye</i>		
			TOKODY		
$a \{100\}$	$o \{110\}$	$\star \{775\}$	$c \{001\}$		
$b \{010\}$	$U \{120\}$	$r \{221\}$	$t \{023\}$		
$c \{001\}$	$\pi \{130\}$	$A: \{213\}$	$k \{011\}$		
$s \{012\}$	$i_1 \{190\}$	$\omega_5 \{3.9.10\}$	$d \{021\}$		
$t \{023\}$	$\star \{1.1.18\}$	$f \{133\}$	$o \{110\}$		
$k \{011\}$	$\star \{3.3.11\}$	$t_1 \{3.11.6\}$	$i_1 \{190\}$		
$d \{021\}$	$m \{113\}$	$T \{142\}$	$m \{113\}$		
$\lambda \{310\}$	$h \{112\}$	$\star \{145\}$	$l \{223\}$		
$L \{210\}$	$P \{111\}$	$K \{155\}$	$P \{111\}$		

An den ungarischen Stephanitkristallen ist unter den Endflächen $c \{001\}$ durch grosse, manchmal trübe, aber gut reflektierende Flächen vertreten, $b \{010\}$ ist gut entwickelt und immer vertikal gestreift, $a \{100\}$ hingegen ist untergeordnet.

Unter den Prismen I. Art dominieren $t \{023\}$ und $d \{021\}$, welche in der Richtung der Brachyachse mehr-weniger stark gerieft sind. An dem Stephanit von Vihnye ist $k \{011\}$ mit $t \{023\}$ und $d \{021\}$ im Gleichgewicht entwickelt. Die anderen Prismen I. Art sind durch schmale Streifen vertreten. Zwischen den Prismen II. Art wurde nur $\beta \{101\}$ an einem *Selmecbánya*-er Kristall von VRBA beobachtet. Die Prismen III. Art hin-

* Neue Form.

gegen treten an den ungarischen Stephaniten in grösserer Anzahl auf. Im allgemeinen sind alle vertikal stark gerieft. Die grösste Entwicklung erreicht die immer vorhandene Form $o \{110\}$, ferner ist $\pi \{130\}$ mit kleineren Flächen auch sehr oft zu beobachten. Die Form $i_1 \{190\}$ ist eine charakteristische Form unserer Kristalle, welche an allen drei Fundorten festgestellt wurde. Die weiteren Prismen III. Art bilden nur untergeordnete, schmale, strakt gestreifte Flächen. Besonders an den Kristallen von Hodrusbánya sind diese Formen reich vertreten.

Die Bipiramiden sind schmale, glatte, gut reflektierende Flächen. Zur grössten Entwicklung gelangt $P \{111\}$, neben welcher $m \{113\}$ und $h \{113\}$ ebenfalls öfter erscheinen. An einem Kristall von Hodrusbánya waren $f \{133\}$, $T \{142\}$ und $K \{155\}$ stärker entwickelt. Die anderen Bipiramiden sind selten und nur schwach ausgebildet. Die Bipiramiden sind in erster Reihe an den Hodrusbánya-er und nachher an den von VRBA beschriebenen Kristallen von Selmecbánya in grösserer Anzahl aufzufinden.

Über die Persistenzwerte¹ kann ich folgendes berichten. Die Zahl an den ungarischen Stephaniten beobachteten Kombinationen ist: Selmecbánya (PETERS 2, VRBA 1, TOKODY 5) = 8 + Hodrusbánya = 9 + Vihnye = 1, zusammen 18. Der Wert der kombinatorischen Persistenz beträgt:

Vorkommen			P		
$o \{110\}$	19	45.23%	$a \{100\}$	5	11.90%
$c \{001\}$	17	40.47%	$t \{023\}$	5	11.90%
$P \{111\}$	11	26.19%	$\lambda \{310\}$	3	7.14%
$b \{010\}$	10	23.80%	$U \{120\}$	2	4.79%
$\pi \{130\}$	8	19.04%	$\pi_2 \{140\}$	2	4.79%
$k \{011\}$	7	16.70%	$i \{1.11.0\}$	2	4.79%
$d \{021\}$	7	16.70%	$r \{221\}$	2	4.79%
$m \{113\}$	7	16.70%	$f \{133\}$	2	4.79%
$i_1 \{190\}$	7	16.70%	$T \{142\}$	2	4.79%
$h \{112\}$	6	14.28%			

Folgende Formen treten nur einmal auf, ihr P -Wert ist 1.19%.

$s \{012\}$	$\star \{3.3.11\}$	$\gamma \{151\}$
$e \{041\}$	$\star \{775\}$	$K \{155\}$
$\delta_1 \{071\}$	$l \{223\}$	$A: \{213\}$
$\beta \{101\}$	$\omega \{134\}$	$A \{313\}$
$L \{210\}$	$v \{132\}$	$\varphi \{535\}$
$\star \{6.11.0\}$	$w \{131\}$	$\psi \{532\}$
$l \{150\}$	$\omega_2 \{3.9.10\}$	$l_1 \{3.11.6\}$
$\star \{1.1.18\}$	$\star \{145\}$	

¹ P. NIGGLI: Kristallisation u. Morphologie d. rhomb. Schwefels. Zeitschrift f. Krist. 58. 1923. p. 490—521.

Auf Grund der P -Werte können an den untersuchten Kristallen zwei Hauptzonen bestimmt werden, und zwar $[o:c=110:001]$ und $[b:o=010:110]$, neben welchen die Zone $[c:b=001:010]$ auch eine wichtige Rolle führt. Die Zone $[b:o=010:110]$ ist stärker entwickelt, als $[o:c=110:001]$. Die allgemeine Kombination der untersuchten Fundorte wird durch die Formen $b\{010\}$, $c\{001\}$, $o\{110\}$ und $P\{111\}$ gebildet.

Die Fundortpersistenz ist, da wir es nur mit Kristallen dreier Fundorte zu tun haben, von keiner besonderer Bedeutung.

Die Stephanitzzwillinge sind nach zwei Gesetzen gebildet und zwar nach $o\{110\}$ und $\pi\{130\}$. Unter den Kristallen von Selmechánya konnten nur nach $o\{110\}$ gebildete, aus zwei Individuen bestehende Juxtapositionszwillinge beobachtet werden. Zu Hodrusbánya treten beiderlei Zwillinge auf, doch können die Zwillingeindividuen nach $\pi\{130\}$ nur als schmale Zwillingsslamellen an den Zwillingen nach $o\{110\}$ konstatiert werden. Diese Kristalle sind Juxtapositionszwillinge, oder Drillinge; erstere sind häufiger. An dem Kristallfragment von Vihnye war ein einfaches Individuum. Die Zwillingpersistenz¹ betreffend ist der H -Wert der untersuchten Kristalle ein beträchtlicher. Von den Zwillingsgesetzen ist auf Grund des W -Wertes dieses nach $o\{110\}$ das wichtigere.

Der Kristalltypus von Selmechánya und Hodrusbánya ist kurz-prismatisch, manchmal dick-tafelig, dieser von Vihnye ist pyramidal brachydomatisch. *Als allgemeiner Typus der ungarischen Stephanite kann ein aus $c\{001\}$, $b\{010\}$, $o\{110\}$, $P\{111\}$ gebildeter, kurz-prismatischer, aus zwei Individuen bestehender Juxtapositionszwilling nach $o\{110\}$ bezeichnet werden.*

Hemimorphie kann an den Kristallen von Selmechánya und Vihnye nicht erkannt werden, auch an den Hodrusbánya-er Kristallen kommt sie nicht so weit zum Ausdruck, wie dies Miers und D'ACHARDI beobachteten.

Die Begleitminerale der ungarischen Stephanite zu Selmechánya sind Galenit, Pirit, Kalkopirit, Pirargirit, Polibasit, Quarz, Braunspat, zu Hodrusbánya Sphalerit, Kalkopirit, Pirargirit, Quarz, Braunspat und zu Vihnye Pirit, Pirargirit, Quarz, Braunspat. Die angeführten Mineralien kommen zu Selmechánya in propylitisierten Andesit, zu Hodrusbánya und Vihnye in Diorit als Mitglieder der jungen Gold-Silbererzformation vor.

¹ L. TOKODY: Über zwei neue Persistenzwerte. Zeitschr. f. Kristallographie, 64. 1926. p. 160—164.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften den 8. November 1926.)

VIZSGÁLATOK AZ ERDŐ SZÉNDIOXIDTÁPLÁLKOZÁSÁRÓL.

FEHÉR DÁNIEL-től.

(A Hallands-Väderöi Kísérleti Állomás laboratóriumaiból Svédország.)

Előzetes jelentés.

A közelmúltban megjelent és Vági Istvánnal közösen végzett kísérletek (I.) eredményeinek leírásában rámutattunk a széndioxidtáplálkozás szabályozásának és emelésének fontosságára az erdőgazdasági többtermesztés szempontjából és igyekeztünk a tudományos megállapításokat a vele összefüggő egyéb problémákkal összehangzásba hozni abból a célból, hogy azokat a gyakorlati erdőgazdaság felhasználhassa. Az ott már tárgyalt kísérleti eredmények újbóli és további megerősítése, alátámasztása céljából elhatároztam az erdő levegője széndioxidtartalmának, továbbá az erdőtalaj széndioxidtermelésének a különböző fontosabb klimatikus tényezőkkel való összefüggését hosszabb időn át sorozatos mérések segítségével megállapítani.

Hallands-Väderö szigete ezekre a kísérleti sorozatok elvégzésére különösen alkalmasnak látszott, ahol számomra lehetővé tettett negyedfél hónapon keresztül a legexaktabb mérések és megfigyelések rendszeres keresztülvitele három különböző típusú középkorú állományban. Ezek a következők:

Égererdő mocsaras vidéken, bükkerdő és erdeifenyőerdő, illetőleg állomány.

Mérések tárgyává a következő tényezőket tettem: 1. Az erdőtalaj széndioxidtermelését a talajba szúrt harangok és a

Lundegardh-f. volumetrikus készülék segélyével. 2. Az erdő levegője széndioxidtartalmának nagyságát 0·20, 3·00 és 9·00 m magasságban a Lundegardh-f. harangkészülék segélyével és $\frac{1}{10}$ n sósavval való titrálással. 3. A levegő hőmérsékletét. 4. A talaj hőmérsékletét. 5. A fény mennyiségét. 6. A légnyomást. 7. A levegő nedvességét. 8. A talaj savanyúságát 0—0·1, 0·2—0·3, 0·4—0·5 m mélységben fekvő rétegekben a Michælis-f. kolorimetrikus eljárás segélyével. 9. Az erdőtalaj mikroflóráját ennek a talaj egyes biokémiai sajátásaival való összefüggéseivel együtt.

A mérések eredményeit a következő táblázatok mutatják: (I. I. és II. táblázatot).

A vizsgálatok fontosabb eredményei a következők:

1. A talajlégzés és a széndioxidtartalom között szoros összefüggés van, mint az előre is várható volt. Az erdő levegőjének széndioxidtartalmát befolyásolja a talaj mindenkori lélegzésének erőssége.

2. Az egymásfölött fekvő levegőrétegek CO_2 tartalma is alapjában véve összefüggésben van vele, még pedig oly módon, hogy a koncentráció alulról felfelé fokozatosan csökken. A vizsgált erdőtípusoknál a diffúziós esés közel egyenlő volt.

3. A talaj lélegzését és az ezzel szorosan összefüggő erdei levegő széndioxidtartalmát a talaj savanyúsága döntően befolyásolja. A savanyúság emelkedésével, illetőleg a ph. értékek csökkenésével a talaj lélegzésének erőssége és az erdő levegőjének széndioxidtartalma fokozatosan csökken.

4. A savanyúság hatása valószínűleg a talaj mikroorganizmusainak életére van befolyással.

5. Az erdőtalaj CO_2 termelésének megítélésére a talaj savanyúsága mint tájékoztató indikátor használható.

6. Az erdő levegőjének széndioxidtartalma a magasabb rétegekben (3 és 9 m) relatív alacsony értékeket mutat, mégha a talaj lélegzése, illetőleg CO_2 termelése optimális viszonyok között teljesen kielégítő nagyságot ér is el. Így a levegő CO_2 tartalma mint ható tényező alacsony értékek között mozog.

7. Az előbbi vizsgálatokkal egyezően újból annak a véleménynek kell kifejezést adnom, hogy az erdő levegőjének széndioxidtartalma nehezen lesz fokozható egyszerű erdőművelési

I. táblázat.

Erdőalak	Az adatok megnevezése	Cca 20–30 cm magasan a talaj színe fölött	3·0 m magasságban	9·0 m magasságban ¹	Aciditás			Talajlélegzés gr-ban óránként 1 m ² felületen	Megfigyelési idő	Mérések száma		Megjegyzés
					szintmagasság	KCl kiv.	vizes kiv.			levegő	talaj	
Fügerdő (Alnus glutinosa) kor: cca 50–60 év moosaras talaj	CO ₂ tartalom milligr.-ban ltr.-ként — — —	0·641	0·578	0·537	talajszint	4·4·1	4·3	—	1926 VI. 19.	—	—	¹ A csővezeték vége kb. a fa koronája alsó felének szintjében volt.
	CO ₂ % — — — —	0·033	0·031	0·029	20–30 cm	4·3–4·4	4·4	2·37	1926 VII. 7.	111	31	
	CO ₂ faktor 0·03 % CO ₂ tartalomra vonatkoztatva...	+10 %	+3·3 %	– 3·3 %	30–50 cm	4·4–4·6	5·2–5·4	—	—	—	—	
Erdi fenyőerdő (Pinus silvestris) kor: cca 50–60 év homokos talaj	CO ₂ tartalom milligr.-ban ltr.-ként — — —	0·707	0·677	0·627	talajszint	4·2	5·2	—	1926 VIII. 28.	—	—	² Az erdőalakok részletes leírása későbbi dolgozatomban lesz megbeszélve.
	CO ₂ % — — — —	0·038	0·036	0·033	20–30 cm	4·3	5·4	2·98	1926 IX. 11.	75	44	
	CO ₂ faktor 0·03 % CO ₂ tartalomra vonatkoztatva...	+26 %	+20 %	+10 %	30–50 cm	4·4	5·6	—	—	—	—	
Bükkerdő (Fagus sylvatica) kor: cca 80–90 év homokos talaj	CO ₂ tartalom milligr.-ban ltr.-ként — — —	0·779	0·748	0·669	talajszint	5·2	6·2	—	1926 VII. 14.	—	—	³ Összesen 485 analysis.
	CO ₂ % — — — —	0·042	0·040	0·036	20–30 cm	5·2	6·5	8·7	1926 VIII. 3.	129	85	
	CO ₂ faktor 0·03 % CO ₂ tartalomra vonatkoztatva...	+40 %	+33 %	+20 %	30–50 cm	4·8	6·5	—	2	3	—	
										315	160	

II. táblázat.**A hallands-väderői erdőtalajok bakteriologiai analízise.***

	A talajok mikrobiológiai és biokémiai sajátosságai	Bükkerdő	Égererdő	Erdei fenyves
1.	A talajok reakciója (ph.) — — — —	—	—	—
2.	Cseresavanyúság a felszíni rétegben	5·2	4·1	4·2
3.	Aktív savanyúság a „ „	6·2	4·3	5·2
4.	Víztartalom súly %-ban — — — —	34%	56%	2·1%
5.	Humusztartalom súly %-ban — — —	4·2%	8·6%	0·5%
6.	Bakteriumok ágarlemezen — — — —	5.500,000	3.200,000	1.650,000
7.	„ gelatinán — — — —	6.000,000	2.500,000	1.300,000
8.	„ anærob cukorágáron — — — —	3.000,000	5.000,000	500,000
9.	„ ærob N kötők — — — —	10	—	—
10.	„ anærob N kötők — — — —	10,000	1,000	100
11.	„ nitrifikálók — — — —	10	10	—
12.	„ denitrifikálók — — — —	10,000	10,000	10,000
13.	„ anærob cellul. bontók — — — —	10,000	1,000	1,000
14.	„ ærob cellulóze „ — — — —	1,000	100	1,000
15.	„ „ fehérje „ — — — —	100,000	10,000	10,000
16.	„ „ pektin „ — — — —	100,000	10,000	10,000
17.	„ anærob „ „ — — — —	1.000,000	100,000	10,000
18.	„ carbamid „ — — — —	1.000,000	100,000	10,000
19.	„ anærob vajsavasak — — — —	1.000,000	100,000	10,000
20.	A talaj CO_2 produkciója gramm per m^2 és óra — — — —	8·7	2·37	2·98

* 1—19. Készítette az erdőmérnöki főiskola növ. intézetének bakt. laboratóriumában: Bokor Rezső.

eljárásokkal olyan erdőtalajoknál, amelyek relatív kielégítő állapotban vannak CO_2 termelés szempontjából.

8. Erősen savanyú talajoknál a talajállapot javítása az állomány CO_2 ellátása szempontjából kedvezőbb állapotot hoz létre.

9. A talaj állapotának javítása és az ezzel összefüggő fokozottabb CO_2 lélegzés fontos szerepet játszhatik természetes fel-

újításoknál a keletkező újulatok, illetőleg fiatalosok növekedése szempontjából.

10. A klimatikus tényezők közül az erdő levegőjének CO_2 gazdálkodására különösen az esős időszakok közvetetlen befolyását sikerült kimutatnom. A talaj lélegzésének és a levegő CO_2 tartalmának maximumai rendszeresen az esős idősakra esnek.

11. Általánosságban a levegő hőmérsékletének emelkedése a CO_2 termelést és ezzel együtt a levegő CO_2 tartalmát pozitíve befolyásolja.

12. A talaj hőmérséklete a nyári időszakban a körülményekhez képest csekély ingadozásnak van alávetve és közvetetlen hatása rendszerint nem mutatható ki.

Az egyes klimatikus tényezők hatását óvatosan kell megítélni, minthogy ezek egymásra gyakorolt kölcsönhatása nagyfokú és ennél fogva meglehetősen bonyolult. (A részletekre vonatkozólag utalok a közeljövőben megjelenő e tárgyú részletes dolgozatomra.)

13. A legintenzívebb CO_2 termelés ott van, ahol legmagasabb a baktériumok száma és az aerob-baktériumok uralják a helyzetet.

14. Magas baktériumszám mellett is feltétlenül szükséges a talaj szellőzőtsége, vagyis elegendő O . Az égererdő-típus magas baktériumszámot mutat ugyan, és mégis kevés CO_2 -t produkál, mert az anaerobok vannak túlsúlyban. Ennek okát a magas víztartalomban is látom (56%). Tehát van talajélet, de ez nem gazdaságos irányban működik.

15. A fenyveserdő tiszta homokos talajon áll. Ennél egészen mások a viszonyok, mint a kötött talajoknál. Itt alacsony a baktériumszám, mégis nagy a CO_2 produkció, ami a gyors bomlásra mutat homokos talajoknál. Az organikus anyagtartalom hamar leszáll (0.5%), mert elegendő levegő áll rendelkezésére és a víz (2.1%) nem marad sokáig a talajrészecskék között, vagyis a vízmegtartóképesség kicsiny. Jellemzi a talajt a baktériumok élénk munkája, amely nagy CO_2 produkcióra, de egyszersmind a talaj elszegényedésére, a humusztartalom csökkenésére vezet.

16. A reakcióra nézve ugyanaz áll, amit az előző értekezésemben már megállapítottam.

17. Az *aerob* cellulosebontó baktériumok száma arányos a levegő CO_2 tartalmával, az égererdőnél a legkisebb.

18. Különbség teendő a homokos és a kötött agyagon keletkezett humusztalajokon álló erdő talajának CO_2 termelése között.

19. Kerülni kell azt, ami előmozdítja az *anaerob* feltételeket, úgymint: a legeltetést, járkálást, elősegíteni a talaj szellőzését megműveléssel.

Stockholm, október 1926.

Irodalom.

I. FEHÉR és VÁGI: Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élet-tani tényezők biokémiai, biofizikai és bakteriológiai kölcsönhatásáról.

Matematikai és Természettudományi Értesítő XLIII. 539—551. 1. Budapest, 1926.

Erdészeti Lapok XXVIII. 1—2. Sopron, 1926.

(A M. T. Akadémia III. oszt. 1927. évi jan. hó 10. napján tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE KOHLENSTOFF- ERNÄHRUNG DES WALDES.

Von DANIEL FEHÉR.

(Aus der ökologischen Station Hallands-Väderö-Schweden.)

Vorläufige Mitteilung.

Der Zweck der vorliegenden Untersuchungen war die Kohlensäureproduktion des Waldbodens und den Kohlensäuregehalt der Waldluft im Zusammenhange mit den ökologischen Klimafaktoren auf Grund längerer Beobachtungsserien zu untersuchen.

Die wichtigsten Resultate sind die folgenden:

1. Zwischen Bodenatmung und Kohlensäuregehalt besteht, wie es zu erwarten war, ein fester Zusammenhang. Der Kohlensäuregehalt der Waldluft wird durch die jeweilige Bodenatmung bedingt.

2. Der Kohlensäuregehalt der aneinander liegenden Luftschichten ist ebenfalls in ursächlichem Zusammenhang und zwar derart, dass die Konzentration von unten nach oben ständig abnimmt. Das Diffusionsgefälle war bei den untersuchten Walddtypen annähernd gleichmässig.

3. Die Bodenatmung und der damit eng zusammenhängende Kohlensäuregehalt der Waldluft wird von der Azidität des Waldbodens entscheidend beeinflusst. Mit der Erhöhung der Azidität und mit der Erniedrigung der ph. Werte nimmt die Intensität der Bodenatmung und damit der Kohlensäuregehalt der Waldluft ständig ab.

4. Die beeinflussende Wirkung der Azidität ist aller Wahrscheinlichkeit nach durch die korrelative Wirkung derselben auf das Mikrobenleben des Waldbodens bedingt.

5. Betreffs der Beurteilung der Kohlensäureproduktion des

Waldbodens kann daher sehr gut die Azidität als orientierenden Indikator benutzt werden.

6. Der Kohlensäuregehalt der Waldluft erreicht trotz der beträchtlichen Bodenatmung auch bei den optimalen Werten derselben, namentlich in den Höhen von 3 und 9 m, nur relativ geringe Werte, so dass der Wert des CO_2 -Faktors sich recht niedrig stellt.

7. Ich kann daher nicht umhin, in Übereinstimmung mit meinen früheren Untersuchungen auch jetzt meiner Meinung Ausdruck zu geben, dass die Erhöhung des Kohlensäuregehalts bei Waldböden, die sich in relativ gutem Zustande der Kohlensäureproduktion befinden, mit normalen waldbaulichen Massnahmen sehr schwer möglich wird.

8. Bei stark sauren Waldböden kann jedoch die Besserung des Bodenzustandes auch in der Kohlenstoffernährung des Bestandes günstigere Bedingungen schaffen. Man muss daher bei der Beurteilung dieser Frage zwischen guten und schlechten Waldböden scharf unterscheiden.

9. Besserung des Bodenzustandes und der damit zusammenhängenden Kohlensäureatmung dürfte besonders bei der Anwendung der natürlichen Verjüngungsmethoden in der praktischen Forstwirtschaft, namentlich bei der Kohlenstoffernährung der jungen Bestände, die ja im Genuss der relativ kohlensäurereichen unteren Luftschichten stehen, eine recht wichtige Rolle spielen.

10. Von den klimatischen Faktoren konnte ich ganz besonders den Einfluss von regnerischen Perioden auf die Kohlensäureverhältnisse des Waldes nachweisen. Die Optima der Bodenatmung und des CO_2 Gehaltes fallen gewöhnlich in die Regenperioden.

11. Es konnte auch im grossen und ganzen der steigende Einfluss der Lufttemperatur und des Windes nachgewiesen werden.

12. Die Bodentemperatur ist in der Sommerzeit verhältnismässig sehr geringen Schwankungen unterworfen und bleibt gewöhnlich ohne stark ausgeprägten Einfluss.

Die Wirkung der einzelnen klimatischen Faktoren darf doch recht vorsichtig beurteilt werden, weil sie sich auch gegen-

seitig stark beeinflussen und dadurch die gegenseitige Korrelation äusserst kompliziert gestalten.

13. Die grösste Intensität der CO_2 Produktion wird bei der grössten Bakterienzahl erreicht, wenn zwischen diesen die aeroben Bakterien vorherrschen.

14. Es ist daher unbedingt notwendig, dass auch bei hoher Bakterienzahl der Boden gut durchgelüftet wird und O in genügender Menge erhält. Der sumpfige Erlenwald zeigt zwar hohe Bakterienzahl, aber der Wert der CO_2 Produktion bleibt ungenügend, weil infolge des relativ hohen Wassergehaltes (56%) die anaeroben Bakterien vorherrschen.

15. Der Kieferwaldboden ist reiner Sand. Dementsprechend sind hier die Verhältnisse wesentlich anders geartet. Hier findet man ziemlich intensive CO_2 Produktion bei relativ geringer Gesamtzahl der Bakterien. Dieser Umstand weist auf die raschen Verwesung im Boden. Der Gehalt an organischen Material bleibt gering, weil zu dem Verwesungsprozess Luft bzw. O in genügender Menge zur Verfügung stehen und das Wasser von den Bodenpartikelchen nur in geringem Masse zurückgehalten wird. Charakteristisch ist für diesen Boden die intensive Bakterienarbeit, die sich in der verhältnismässig hohen CO_2 Produktion äussert und allmählich zur Verminderung des Humusgehaltes führt.

16. Die Anzahl der aeroben cellulosezersetzenden Bakterien ist proportional mit der CO_2 Produktion des Bodens.

17. Bei der Beurteilung der biologischen Wirkung der Bakterientätigkeit müssen wir daher zwischen dem leichten Sand, und den humusreichen Böden scharfen Unterschied machen.

18. Für die CO_2 Produktion des Waldbodens ist daher im Interesse der Produktionserhöhung der Wälder von grosser Bedeutung bei der Anwendung der praktischen wirtschaftlichen Massnahmen die gute Durchlüftung der Böden zu berücksichtigen und dieselbe möglichst mit entsprechender Bodenbearbeitung zu steigern.

VIZSGÁLATOK A FENYŐFÁK TERMÉSEINEK A LEHULLÁSÁRÓL.

(A stockholmi egyetem növényteni intézetéből.)¹

FEHÉR DÁNIEL-től.

A levelek lehullását előidéző anatómiai változások okát MOHL (I), WIESNER (II), LÖWI (III), MOLISCH (IV), BRETFELD (V), GUIGNARD (VI), VAN THIEGEN (VII) és mások vizsgálatai nyomán ma jól ismerjük.

Ezenfelül HÖHNEL (VIII) a fás növények hajtásainak a lehullását, KUBART (IX) pedig a viráglevelek lehullását vizsgálta meg.

Viszont MÜLLER-THURGAU (X) és SORAUER (XI) a gyümölcsfák terméseinek időelőtti beteges lehullásáról közöltek egyes adatokat, míg NAMIKAWA (XII) a *Pirus malus* terméseinek időelőtti rendellenes lehullását, VRGOČ (XIII) pedig a fészkesek virágainak és terméseinek a lehullását vizsgálta meg.

HANNIG (XIV) a virágok lehullásával, LLOYD (XV) a *Gossypium*-fajok terméseinek leválásával, KENDALL (XVI) a *Nicotiana* genus virágainak és terméseinek a lehullásával, MÜHLDORF (XVII) pedig a gubacsok leesésével foglalkozott.

Amint a fenti összeállítás is mutatja, a fás növények, de főleg az erdei fák terméseinek a lehullására vonatkozólag összefoglaló vizsgálattal még nem rendelkezünk. Ez a körülmény indított engem arra, hogy ezt a jelenséget alaposabban és rendszeresen megvizsgáljam.

¹ A fényképfelvételek az erdőmérnöki főiskola növényteni intézetében készültek.

A még az 1925. év folyamán befejezett és közzétett vizsgálataim folyamán sikerült beigazolnom, hogy a *Carpinus*-, *Ulmus*-, *Salix*-, *Populus*-, *Pirus*-, *Fraxinus*-, *Tilia*-, *Robinia*-, *Gleditschia*-, *Rosa*-, *Prunus*-, *Aesculus*-, *Acer*-, *Quercus*-, *Castanea*- és *Fagus*-fajoknál a termések lehullását a MOHL (I) által legelőször leírt másodlagos sejtosztódás útján keletkezett úgynevezett leválasztó rétegek okozzák (XVIII).

Az idevonatkozó vizsgálataim főbb eredményeit a mostani eredményeimmel való összehasonlítása céljából a következőkben közlöm:

1. Az érett termések normális leválását másodlagos sejtosztódás útján keletkezett leválasztó rétegek okozzák. A leválasztást magát közvetlenül a leválasztó réteg sejtjeinek legömbölyödése és a sejtfalak oldása útján végbemenő kettéosztódása okozza. Az összetett terméságazatok leválásánál először maguk a termések és ezek után a terméseket tartó tengelyképletek hullanak le, ami néha két-három leválasztó réteg keletkezésére is vezethet.

2. A *Carpinus*-, *Ulmus*-, *Salix*-, *Populus*-, *Pirus*-, *Fraxinus*-, *Tilia*-, *Robinia*-, *Gleditschia*-, *Rosa*-fajoknál a termések kocsánnyal, a *Prunus*-, *Aesculus*- és *Acer*-fajoknál kocsány nélkül hullanak le.

3. A *Quercus*-, *Castanea*- és *Fagus*-fajoknál a tulajdonképeni termések, a makkocskák a cupulától másodlagos leválasztó rétegek közbejötte nélkül szöveti elkülönülés útján válnak le, míg magát a cupulát egy másodlagos leválasztó réteg különíti el a tengelytől.

4. A juhar- és gyertyánfajok termésének kettéválása egy elsődleges sejtekből álló rétegben secundär sejtosztódások nélkül a sejtfalak oldódása útján megy végbe.

5. A *Fagus*-, *Carpinus*-, *Acer*-, *Castanea*-, *Aesculus*-, *Rosa*-, *Robinia*-, *Tilia*- és *Gleditschia*-fajoknál, amelyeknél az edénynyalábok erősen elfásodnak, a leválasztó réteg nem tud teljesen kifejlődni, inaktív marad. Ilyenkor a termések hosszabb időn, néha egész télen át a fán maradnak és a következő tavasszal, ha a szél ereje addig le nem szakítja őket, a kifejlődő periderma választja el őket.

6. A tengelyképleten visszamaradó leválasztó réteg sejtjeinek

a fala erős fásodást, parásodást és cseszavas infiltrációt mutat. A teljes begyógyulást az alattuk csakhamar fellépő periderma idézi elő.

A fenyők termései lehullásának a folyamata ennél egyszerűbb, miután itt összetett terméseket nem találunk.

Csak az *Abies*-fajoknál lesz valamivel bonyolultabb a helyzet, mert ezeknél először a tobozpikkelyek válnak le és csak azután hull le a tobozorsó. A leválást magát azonban mindenütt másodlagos leválasztó rétegek okozzák.

A folyamat részletes képe a következő:

1. *Pinus strobus* és *Pinus strobus excelsa*.

(Botanikuskert Stockholm.)

A második év őszen érő tobozokat közvetlenül a tartó ág fölött kifejlődött befűződési síkban létrejövő másodlagos leválasztó rétegek különítik el. A befűződés már az első évben kimutatható. A leválasztó réteg a befűződés síkjában lévő parenchyma-sejtekből veszi az eredetét. Ezek a parenchyma-sejtek valamivel kisebbek, mint a környező nagyüregű sejtelemek, kerekformájúak és plazmában gazdagok. A leválasztó réteg ezekből a sejtekből keletkezik a második év őszen secundár sejtosztódási folyamatok kapcsán, amelyek a szár phellogénjéből látszanak kiindulni s azzal szoros összefüggésben vannak. A tobozok lehullása után, amely a leválasztó réteg sejteinek ozmotikus folyamatok hatására történő legömbölyödése és a sejtfalak oldódási folyamata következtében megyen végbe, a leválás helyét, amelyet egyébként gyantakiválás is véd a legtöbb esetben, csakhamar lezárja a phellogén és a belőle kifejlődő pararéteg. A tengely lehulló része a leválasztó réteg síkjáig erősen megfásodik.

Amint a lombfáknál, úgy itt is gyakran előfordul, hogy a leválasztó réteg a már erősen megvastagodott és megfásodott edénynyalábokon nem tud teljesen áthatolni. A leválasztó réteg keletkezéséhez ugyanis feltétlenül szükséges az élő parenchyma-sejtek szerves láncolata.

Ezeknek az osztódása hozza ugyanis létre a leválasztó réteget, másrészt ennek az utóbbinak a továbbterjedéséhez, amely



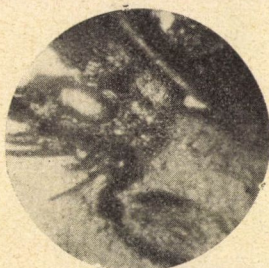
1. ábra.



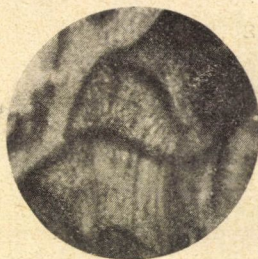
2. ábra.



3. ábra.



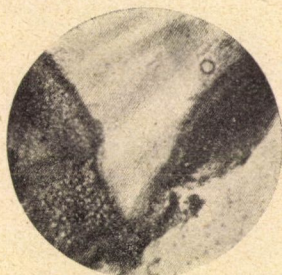
4. ábra.



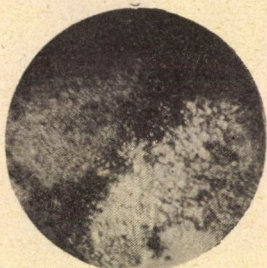
5. ábra.



6. ábra.



7. ábra.



8. ábra.



9. ábra.

jelenség tulajdonképpen sejtről-sejtre terjedő ingerhatás következménye, feltétlenül szükséges az élő parenchyma-sejtek összefüggő láncolata.

Ha tehát ezek hiányoznak, vagy csak hiányosan vannak kifejlődve, akkor a leválasztó réteg is vagy egyáltalában nem fejlődik ki, vagy kifejlődése nem válik teljessé. Ez a körülmény azután azt eredményezi, hogy az így gyengén kifejlődött leválasztó réteg működése az edénnyaláb holt elemeit teljesen elszakítani nem tudja s ezt a műveletet később vagy a szél erőművi hatása, vagy pedig a következő tavasszal a fokozatosan kifejlődő periderma fogja elvégezni, illetőleg siettetni.

2. *Pinus ponderosa*. (Stockholmi bot. kert.) Mint 1.

3. *Pinus silvestris* és *P. nigra*. (L. 1. ábra, stockholmi bot. kert.)

A második év őszén fellépő leválasztó réteg itt is a befűződési síkban az ott elhelyezett kicsi és kereksejtű élő parenchyma-sejtekben veszi eredetét.

A tobozok gyakran visszamaradnak a fán, miután itt is a második év végén a már erősen elfásodott tengelyt a leválasztó réteg teljesen elkülöníteni nem tudja. A leválasztó rétegek fellépése egyébként nincsen a befűződési síkhoz kötve. Felléphetnek ezek, amint a megfigyeléseim mutatják, a befűződési sík alatt és fölött is. A lehullott tobozorsó erősen fásodik.

4. *Picea alba*, *Picea nigra* és *Picea excelsa*.

(L. 2., 3., 4. ábra, stockholmi bot. kert.)

A leválasztó rétegek az egyébként meglehetősen gyengén kialakult befűződési síkban az első év őszén fejlődnek ki. Egyébként mint 1.

5. *Larix europæa*. (L. 5. ábra, erdő Upsala mellett.) Mint 4.

A tobozok nagyon gyakran maradnak a fán, miután a tobozorsó viszonylag erősen fejlődik ki és hamar fásodik. Gyakran

előfordul, hogy két-három leválasztó réteg lép fel, amelyek azonban rendszerint inaktívak maradnak.

6. *Tsuga canadensis* és *Tsuga Mertensiana*.

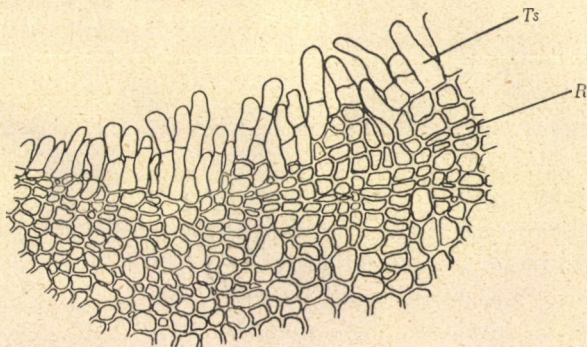
(L. 6. és 7. ábra, stockholmi bot. kert.)

Az első évben erő tobozok orsóin a befűződés nem válik erőssé s a leválasztó réteg helyét sem jelöli a *Pinus*-fajokra jellemző kissejtű parachymatikus szövet.

A leválasztás rendszerint jól sikerül. A lehulló orsórész itt is erősen fásodik. A leválasztó rétegnek a phellogennel való összefüggését határozottan ki lehet mutatni.

7. *Abies Veitchii*. (L. 8., 9. és 10. ábra, a stockholmi erd. főiskola kertjéből.)

A tobozok az első év őszén érnek. Először a tobozpikkelyek hullanak le lokális leválasztó rétegek hatására. A leválasztó réteg



10. ábra.

sajátságos tömlőalakú sejtekből áll, amelyeket különösen a leválás után lehet jól kimutatni. Maga a tobozorsó azután a pikkelyek lehullása után válik le a befűződési síkjában fellépő másodlagos leválasztó rétegek hatására.

8. *Abies alba*. (Erdőmérnöki főiskola bot. kertje Sopronban.)

Mint 7.

9. *Biota orientalis*. (Stockholmi bot. kert.)

A toboztengelyek már az első év őszén erősen megfásodnak. A leválás helyét jól megfigyelhető befűződés jelzi és a folyamatot magát itt is másodlagos leválasztó rétegek idézik elő. A tobozok gyakran maradnak a fán a leválasztó rétegek elégtelen kifejlődése folytán és csak a szél mechanikai hatására esnek le.

Az eredmények összefoglalása:

1. A megvizsgált: *Pinus silvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus strobus*, *Pinus strobus excelsa*, *Pinus ponderosa*, *Picea excelsa*, *Picea alba*, *Picea nigra*, *Tsuga canadensis*, *Tsuga Mertensiana* és *Biota orientalis* terméseinek leválását éppen úgy, mint a már korábban megvizsgált lombfáknál, élő parenchyma-sejtekből másodlagos sejtosztódás folyamán keletkezett úgynevezett leválasztó rétegek ozmotikus úton való legömbölyödés és sejtfaloldás útján viszik végbe.

2. Az *Abies Veitchii*- és *Abies alba*-fajoknál először a tobozpikkelyek válnak le különleges tömlőformájú sejteket alkotó, szintén másodlagosan létrejövő leválasztó rétegek hatására. Ezt követi azután magának a tobozorsónak secundär leválasztó réteg közbenjöttével történő lehullása.

3. Éppen úgy, mint a már megvizsgált lombfáknál, a fenyőfáknál is gyakran előfordul, hogy az erősebben elfásodott tobozorsókat a gyengén kifejlődött leválasztó réteg elszakítani nem tudja. A tobozokat azután vagy a szél mechanikai hatása, vagy pedig a következő tavasszal kifejlődő periderma hullatja le.

4. A leválasztó rétegek a phellogenből veszik eredetüket és ezzel szemmeláthatóan összefüggnek.

5. Amint a korábbi vizsgálataim a lombfáknál és a mostani eredményeim a fenyőfáknál egyezően mutatják, nagy valószínűséggel feltehetjük, hogy a fás növények terméseinek a lehullását általában a levelek lehullásához hasonlóan másodlagos úton keletkezett «leválasztó» rétegek idézik elő.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN ABFALL DER FRÜCHTE EINIGER NADELHÖLZER.

(Aus dem Bot. Institute der Universität zu Stockholm.)¹

Von DÁNIEL FEHÉR.

Verfasser hat bereits im Jahre 1924 den Fruchtabfall bei einigen wichtigen Laubhölzern untersucht. (XVIII.)

Im Anschluss an diese Untersuchungen wurde nun auch der Abfall der Früchte bei einigen Nadelhölzern einer eingehenden anatomischen Untersuchung unterworfen.

Die Resultate dieser Untersuchung sind die folgenden :

1. Die Untersuchung des Fruchtabfalles bei *Pinus silvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus strobus*, *Pinus strobus excelsa*, *Pinus ponderosa*, *Larix europæa*, *Picea excelsa*, *Picea alba*, *Picea nigra*, *Tsuga canadensis*, *Tsuga Mertensiana* und *Biota orientalis* hat übereinstimmend mit den früheren bei den Laubhölzern gewonnenen Resultate gezeigt, dass der Abfall der Früchte resp. Zapfen durch das Auftreten secundär aus lebenden Zellen entstehenden Trennungsschichten hervorgerufen wird.

2. Bei *Abies Veitchii* und *Abies alba* erfolgt zunächst die Abschnürung der Zapfenschuppen mittels secundärer Trennungsschichten, wobei oft eigenartige Schlauchzellen gebildet werden, worauf die stark verholzten Zapfennachsen abgetrennt werden.

3. Bei Fruchtachsen, welche stark verholzten, kommt es ähnlich, wie bei den Laubhölzern, oft vor, dass die Trennungs-

¹ Die Mikrophotographien sind im bot. Institute d. k. ung. Hochschule für Berg- und Forstingenieure aufgenommen und aufgearbeitet worden.

schichten die verholzten Achsenteile nur unvollständig durchsetzen und infolge dessen meistens inaktiv bleiben. In diesen Fällen werden dann die Früchte teils durch den Wind abgerissen, teils im nächsten Frühjahr durch die Tätigkeit des Periderms abgetrennt.

4. Die Trennungsschichten weisen immer einen deutlich nachweisbaren Anschluss an den Phellogen auf.

5. Wie diese Resultate in Übereinstimmung mit den bei den Laubhölzern gewonnenen Resultaten beweisen, sind wir berechtigt anzunehmen, dass die Abtrennung der Früchte der Holzpflanzen im allgemeinen durch das Auftreten von secundären Trennungsschichten hervorgerufen wird.

Literatur.

- I. MOHL: Bot. Ztg. 18. 1860. p. 1, 9, 27.
- II. WIESNER: Sitzungsberichte d. Wiener Akad. d. Wiss. 1871. I.
- III. LÖWI: " " " " " CXVI. I.
- IV. MOLISCH: " " " " " 1886. I.
- V. BRETFELD: Pringsheims Jahrbücher 1880. p. 133.
- VI. GUIGNARD: Bull. Soc. Bot. France, T. XXIX. p. 312.
- VII. VAN THIEGEN: Traité de Botanique, p. 850. Paris, 1884.
- VIII. HÖHNEL: Mitteilungen des forstl. Versuchsw. Österreichs, Bd. I, II.
- IX. KUBART: Sitzungsber. d. W. Akad. CXV. I.
- X. MÜLLER - THURGAU, SORAUER: Handbuch d. Pflanzenkrankheiten, 1922.
- XI. SORAUER: Journal Coll. Agric. Hokkaido Univ. 1922 ref. Bot. Cblatt. 145.
- XII. NAMIKAWA: Ber. d. D. Pharmac. Ges. Bd. 32, p. 176—208, ref. Bot. Cblatt. 144.
- XIII. VRGOČ: Vgl. Küster, Path. Pflanzenanatomie, 1926. p. 104. u. 107.
- XIV. Zeitschrift f. Botanik. 5. p. 417.
- XV. Trans. Roy. Soc. Canada. 10. 55.
- XVI. University of California Publications. 5. p. 347.
- XVII. Beibl. zum bot. Centralblatt. 42. p. 1.
- XVIII. Ber. d. d. bot. Ges. 43. p. 52.
- XIX. Zeitschrift für wiss. Mikroskopie Bd. 42. 1925. S. 164—165.
Botanikai Közlemények 1924—25. év.

Ábramagyarázat. — Figurenerklärung.

A metszetek alkohol + glycerin keverékben való áztatás után mikrotommal készültek és spirsillel lettek festve. (XIX.)

Die Schnitte sind aus in Alkohol + Glycerin erweichten Material mit Mikrotom verfertigt und mit Spirsil gefärbt. (XIX.)

Fig. 1. ábra. *Pinus silvestris* tobozának leválása. Abfall des Zapfens von *Pinus silvestris*.

Felvétel: Phoku. Okular L Zeiss-f.achr. a. Nagyítás cca 112 ×.

Aufnahme: Phoku. Okular L. mit Zeiss' Achr. a. Vergr. cca 112 ×.

Fig. 2. ábra. *Picea alba*. Mint 1. Wie 1.

Fig. 3. ábra. *Picea excelsa*. Mint 1. Wie 1.

Fig. 4. ábra. *Picea excelsa*. Mint 1. Wie 1.

Fig. 5. ábra. *Larix europæa*. Mint 1. Wie 1. Jól ki lehet venni három leválasztó réteg keletkezését. Man kann deutlich die Entwicklung von drei Trennungsschichten beobachten.

Fig. 6. ábra. *Tsuga canadensis*. Mint 1. Wie 1. A sötét rész az erősebben megfestődött elfásodó tobozorsó. Der dunkle Teil ist die stärker gefärbte verholzte Zapfenachse.

Fig. 7. ábra. Mint 6. Wie 6.

Fig. 8. ábra. *Abies Veitchii*. Mint 1. Wie 1.

Fig. 9. ábra. *Abies Veitchii*. A tobozpikkely leválása. Abtrennung der Zapfenschuppe.

Fig. 10. ábra. *Abies Veitchii*. Tömlös sejtek a tobozpikkely leválása után. Schlauchzellen nach dem Abfall der Zapfenschuppe.

Rajzolta: REICHERT projekciós készülékével okulár Zeiss 4. objektív. Zeiss 8. ap. Nagyítás: cca 500 ×.

Gezeichnet mit dem Projektionsapparat von REICHERT, Okular Zeiss 4, Objektiv Zeiss 8. ap. Vergrößerung cca 500 ×.

Ts = leválasztó réteg. Trennungsschicht.

R = a tobozorsó primär kérge. Primäre Rinde der Zapfenachse.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 14. Februar 1927.)

A MAGVAK HŐELLENÁLLÁSÁRÓL.

FEHÉR DÁNIEL és BOKOR REZSŐ-től.

(A m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növényteni Intézetéből.)

Bevezetés.

A magvak hőellenállóképessége kétségkívül egyik legérdekesebb problémája a növényélettannak.

A legelső alapvető vizsgálatokat F. HABERLANDT közölte 1863-ban (I). Ő meglehetősen kiterjedt kísérleteket végzett és sok fajtát vizsgált meg. Kísérleteiben 80—100°-os száraz hőmérsékleten tartotta a magvakat 48 óra időtartamon keresztül.

HÖHNEL (II) megállapítása szerint a legmagasabb hőmérséklet, amely mellett a magvak csírákéességüket megtartják, 110—125° között fekszik 15 perces melegítési időtartam mellett. Azonban az ő megállapítása szerint is ez a határ meglehetősen erős változásnak van kitéve a magvak individuális viselkedése folytán.

Általában a magvaknak úgy az alacsony, mint a magasabb hőmérséklettel szemben tanúsított érzékenységet erősen befolyásolja a víztartalom. Növekedő víztartalommal együtt nő a magvaknak a magasabb és alacsonyabb hőmérséklettel szemben tanúsított érzékenysége is. HÖHNEL (II) szerint 3%-nál nagyobb víztartalom már erősen fokozza az érzékenységet. MERKENSCHLAGER (III) megállapítása szerint a magvak olajtartalma is erősen befolyásolja a hőellenállóképességet. Még pedig úgy, hogy az olajtartalom a magvak ellenállóképességét jelentékenyen fokozza (IV, V).

Fokozatos melegítés esetén sikerül a magvakat még 150°C

hőmérséklettel szemben is ellenállóvá tenni. GOODSPEED (VI) idevonatkozólag szintén részletes vizsgálatokat végzett. Ő főleg árpamagvakkal kísérletezett és arra az eredményre jutott, hogy ezek 70° -on 1·5—2 perces hőhatásra már elveszítik a csiraképességüket. Természetesen a magvaknak hővel való kezelésénél mindig szemelőtt kell tartanunk azt a körülményt, hogy a nedves hővel (vizgőz) szemben csak jelentékenyen kisebb ellenállóképességet tanúsítanak.

GRAFE (VII) adatai szerint a hüvelyesek és a gabonanövények magvai már 75° -os vizgőznek 15 perces behatása esetén teljesen elveszítik csiraképességüket. Még erősebb a forróvíz hatása, amely a magvak burkán áthatol és így fokozottabban érvényesülhet.

C. H. MÜLLER (VIII) adatai szerint a száraz magvak néha feltűnő magas hőmérsékletet viselnek el, amelynek határa 120° — 125° között mozog.

Azonban ő is hangsúlyozza, hogy az ellenállóképesség erős ingadozásoknak van kitéve még ugyanazon a fajtán belül is.

Újabban PORODKO (IX) a hőhatás folytán beálló változott csiraképesség matematikai kifejezését kísérte meg. Azonban az ő célja nem a legmagasabb hőmérsékleti határ megállapítása volt s azért adatai a mi célunk elérésénél nem adnak útbaigazítást.

Amint ez a rövid áttekintés mutatja, ennek a problémának egyöntetű feldolgozása még hiányzik. Különösen arra a körülményre kívánunk itt rámutatni, hogy ez a kérdés szoros összefüggésben van a magfehérjék irreversibilis hőkoagulációjával, amely összefüggés MAYER ismert és még ma is eldöntetlen hypothesisének a felállítására vezetett.

A növényi magvak fehérjeanyagai, amint ezt OSBORNE (XI) összefoglaló vizsgálatai mutatják, legnagyobb részben a vízben oldhatatlan globulinok csoportjába tartoznak és aránylag keveset lehet közülök a vízben oldódó albuminok, az alhokolban oldódó prolaminek és a még viszonylag kevésbé ismert glutelinok közé besorozni.

Ha már most összehasonlítást teszünk a magfehérjék hőkoagulációjánál a hőmérséklet határai között, akkor arra az eredményre fogunk jutni, hogy a koagulációs hőmérsékletek

meglehetősen alacsonyak s rendszerint jóval azon a határon alól vannak, amelyen a magvak a csírákéességüket elvesztik, ahol tehát valószínűleg a magvak élő sejtjeinek fehérjei a hő következtében irreversibilis változáson mennek át.

II. Kísérleteink leírása.

Az általunk végzett kísérleteknek a célja az volt, hogy mindenekelőtt néhány főbb gazdasági és ismert növény magjára megállapítsuk azt a legfelső hőmérsékleti határt, amelynél a magvak csírákéességüket teljesen elvesztik.

Az eddigi kísérletekben száraz hőmérsékleten dolgoztunk. Mindenekelőtt a magvaknak általános csírákéességét állapítottuk meg (I. II. táblázat) s azután 110°-on állandó súlyig való szárítással meghatároztuk ezeknek a víztartalmát súlyszázalék szerint (I. III. táblázat). Ezek után a megállapítások után egyes kísérleti fokokhoz 100—100, illetőleg a nagyobbakból 50—50 szem magot lemérlegeltünk, az előírt kísérleti idő alatt beszabályozott elektromos melegítőben a kívánt hőmérséklet hatásának kitettük. A melegítés után azonnal lemérlegeltük és így a vízvesztességét meghatároztuk.

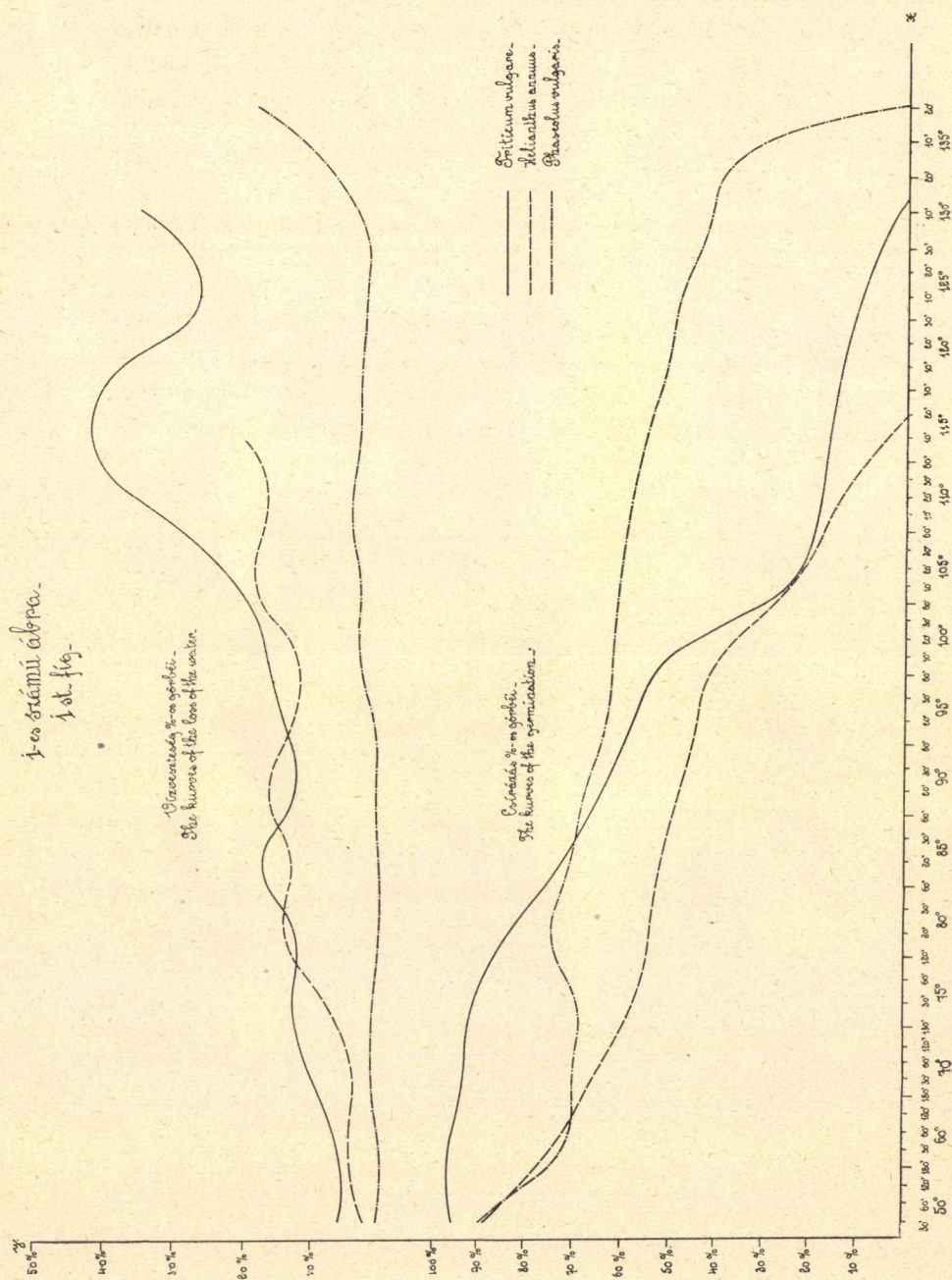
Ez eljárás után a magvakat lapos porcellántálakban kerti földben kicsíráztattuk.

A csiranövényeket rendszerint pár hétig neveltük s így az eredmények a tényleg kicsírázott és felnőtt növények csíra-%-ait adják.

Az eredmények összefoglalását a IV. sz. táblázat adja, amelyen a három előzetes kísérleti sorozat után végzett negyedik kísérleti sorozat eredményeit adjuk. Az egyes megvizsgált növénymagvak ama hőmérsékleti határait, amelyeken a csírákéesség abszolúte megszűnik, a IV. sz. táblázat adja meg; néhány faj csíra-%-ának a hőfok emelkedése szerint való csökkenését az I-es számú ábra mutatja.

Az eredmények összefoglalása.

1. Amint az eddigi eredmények mutatják, a magvak olajtartalma nem emeli jelentékenyen ezeknek az ellenállóképesség-



gét. Sőt a gabonamagvak jóval nagyobb hőfokot bírnak el, mint az olajosak.

2. A magvak víztartalma 6·407—10·408 % között mozgott. A hővel való kezelésnél a víztartalom is fokozatosan kisebbedik úgy, hogy a víztartalom csökkenése közel párhuzamosan halad a csiraképesség kisebbedésével.

3. A legfelső határ a legtöbb fajnál az illető magfehérjék hőkoagulációs határa felett fekszik (l. IV. táblázat).

4. Az a körülmény, hogy a felső hőmérsékleti határ a koagulációs hőmérsékletet rendszerint jóval fölülhaladja, arra enged következtetni, hogy a magvak élő sejtjeiben a fehérjék olyan formában és állapotban vannak, amely ezeknek a magasabb hőmérséklettel szemben fokozott ellenállóképességet nyújt.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1927 márc. 14-én tartott üléséből.)

I. sz. táblázat. — I. Table.

A fontosabb magfehérjék hőkoagulációjának hőmérsékletei (XII.)
*The temperatures of the heat-coagulation of the albumen of some
of the more important plant-seeds.*

Csoport Group of the albumens	Név Name	Előfordulás (magvak) I founded in the seeds of:	A hőkoaguláció hőmérséklete The temperature of the heat-coagulation	Oldási mód Loosed in the solution of
Globulinok (Globulins)	Legumin — —	Pisum sativum, Lens esculenta Vicia sativa, Vicia faba —	90—100°	10% NaCl oldatban
	Vicilin — —	Pisum sativum, Vicia faba, Lens esculenta	90—100°	“ “
	Glycinin — —	Glycine hispida — —	?	“ “
	Viginin — —	Vigna sinensis — —	98°	“ “
	Phaseolin — —	Phaseolus vulgaris — —	95—100°	“ “
	α és β			
	Konglutin — —	Lupinus fajokban — —	100°	“ “
	Edestin — —	Cannabis sativa — —	89—100°	“ “
	Cucurbita globulin — —	Cucurbita pepo — —	87—95°	“ “
	Ricinus globulin — —	Ricinus communis — —	75—100°	“ “
	Linum globulin — —	Linum usitatissimum — —	60—90°	“ “
	Amandin — —	Prunus amygdalus — —	75—80°	“ “
	Inglansin — —	Inglans regia — —	80—99°	“ “
	“ “	“ nigra — —		
	“ “	“ cinerea — —		
Albuminok (Albumens)	Helianthus globulin — —	Helianthus annuus — —	90—100°	“ “
	(Sochat globulin)			
	Búza globulin — —	Triticum vulgare — —	87—?	“ “
	Avenalin — —	Secale cereale — —	?	
	Leukosin — —	Avena sativa — —	50—60°	Vízben Loosing in water
Prolaminok (Prolamins)		Triticum vulgare — —		
		Pisum, Lens, Vicia faba, Soja hispida etc. — —	55—60°	“
	Legumelin — —	Phaseolus vulgaris — —	58—70°	10% NaCl
	Phaseolin — —	Ricinus communis — —	60—70°	Loosing in water
	Ricin — —	Triticum vulgare — —	cca 100°	Loosing in water or diluting alcohol
	Gladin — —			
	Secale cereale prolamin — —	Secale cereale — —	cca 100°	“ “
	Zein — —	Zea Mays — —	cca 100°	“ “
	Avena prolamin — —			
	Glutenin — —	Avena sativa — —	?	
	“ “	Triticum vulgare — —	cca 90—100°	in ardent water
		Zea Mays — —	?	—

II. sz. táblázat. — II. Table.

A hőmérséklet hatása a magvak csíraszázalékának és vízvesztésének a kialakulására.

The influence of the temperature at the germination percents and at the loss of the water of the seeds.

Hőmérséklet — Temperature		50°																60°							
A hatás tartama — <i>Anal</i> times		30'				60'				2 ^h				3 ^h				30'				60'			
A magvak neve <i>Name of the seeds</i>	Ellenőrző csírázás <i>Control of Germination</i>	Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>		Csíraszázalék <i>Germination percents</i>		A szár hossza <i>Taltness of the stem</i>		A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>		Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>		Csíraszázalék <i>Germination percents</i>		A szár hossza <i>Taltness of the stem</i>		A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>		Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>		Csíraszázalék <i>Germination percents</i>		A szár hossza <i>Taltness of the stem</i>		A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	
		%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Triticum vulgare	98	0.58	96	24	40	0.71	92	23	40	2.09	93	15	60	2.23	98	15	60	0.63	97	14	57	1.55	95	14	57
Secale cereale	92	1.12	90	15	31	1.33	80	16	31	2.51	86	13	60	2.63	88	12	60	0.93	89	12	57	1.96	89	12	57
Hordeum vulgare	97	0.66	90	18	31	0.77	90	18	40	1.72	93	15	60	2.34	94	15	60	0.66	91	16	57	1.37	95	15	57
Avena sativa	99	0.80	87	15	31	1.26	87	15	40	2.12	99	12	60	3.23	94	12	60	0.82	93	13	57	1.79	91	15	57
Linum usitatissimum	80	1.57	59	5	31	1.78	56	3	24	2.79	70	5	60	2.92	65	7	60	1.72	72	9	57	2.47	61	8	57
Cannabis sativa	78	1.48	67	8	31	1.55	42	8	40	2.88	65	15	60	3.73	62	16	60	1.53	65	16	57	2.66	54	15	57
Zea Mays	96	0.23	86	24	40	0.56	72	24	40	1.13	60	15	60	1.86	72	14	60	0.30	72	12	57	0.63	80	15	57
Helianthus annuus	95	0.34	89	12	40	0.62	80	11	40	1.58	88	12	60	1.66	84	15	60	0.39	74	8	57	1.03	82	12	57
Phaseolus vulgaris	92	0.05	90	15	40	0.08	80	15	40	0.17	64	12	60	0.30	66	12	60	0.05	70	6	57	0.12	66	8	57
Pisum sativum	90	0.20	80	11	40	0.34	82	8	40	0.67	86	18	60	1.00	86	20	60	0.45	76	9	57	1.00	72	12	57

Hőmérséklet -- Temperature	60°										70°																	
A hatás tartama — And times	2 ^h					3 ^h					30'				60'				2 ^h				3 ^h					
A magvak neve Name of the seeds	Ellenőrző csírázás Control of Germination																											
	Vízvesztéség Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination		Vízvesztéség Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stems	A csírázás ideje Time of the Germination		Vízvesztéség Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination		Vízvesztéség Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination	
	%		cm	nap days	%		cm	nap days	%		cm	nap days	%		cm	nap days	%		cm	nap days	%		cm	nap days	%		cm	nap days
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
Triticum vulgare — — — —	98	1·87	94	21	55	3·42	85	21	55	0·98	92	21	45	2·23	96	21	45	3·11	78	18	45	4·14	49	15	45			
Secale cereale — — — —	92	2·09	64	14	24	3·57	74	15	24	1·20	84	11	24	2·04	83	19	24	2·75	76	11	24	4·53	62	11	24			
Hordeum vulgare — — — —	97	2·00	93	16	24	3·35	88	15	55	0·78	89	15	45	2·33	88	15	24	3·04	86	15	45	4·30	74	13	15			
Avena sativa — — — —	99	2·12	92	14	34	4·20	92	14	34	1·20	84	16	24	2·10	91	13	24	4·00	78	12	24	5·26	78	12	45			
Linum usitatissimum — — —	80	2·78	45	2	34	4·05	43	4	34	1·89	45	5	24	2·53	49	5	24	3·59	40	5	24	4·73	27	5	24			
Cannabis sativa — — — —	78	2·96	50	9	34	4·56	62	9	34	2·34	36	7	24	3·29	28	7	45	3·80	36	6	24	5·58	30	6	24			
Zea Mays — — — —	96	1·83	84	28	57	2·25	76	25	57	0·22	90	27	24	1·25	60	25	45	1·75	66	23	45	2·54	72	25	45			
Helianthus annuus — — —	95	1·63	72	9	57	2·48	84	8	34	0·70	66	8	24	2·34	76	8	24	3·43	68	6	24	4·35	62	5	45			
Phaseolus vulgaris — — — —	92	0·41	64	12	57	0·46	58	10	34	0·20	70	12	45	0·60	60	15	45	0·66	58	15	45	1·07	62	15	45			
Pisum sativum — — — —	90	2·51	68	8	34	3·22	70	3	18	0·34	70	2	14	1·29	68	5	24	1·88	70	6	24	3·17	59	7	24			

Hőmérséklet — Temperature		75°														80°									
A hatás tartama — And times																									
A magvak neve Name of the seeds	Ellenőrző csírázás Control of Germination	30'			60'			90'			20'			30'			60'								
		Vizvesztésig Loss of the water	Csírászalék Germination percents	A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination	Vizvesztésig Loss of the water	Csírászalék Germination percents	A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination	Vizvesztésig Loss of the water	Csírászalék Germination percents	A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination	Vizvesztésig Loss of the water	Csírászalék Germination percents	A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination	Vizvesztésig Loss of the water	Csírászalék Germination percents	A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination	Vizvesztésig Loss of the water	Csírászalék Germination percents	A szár hossza Tallness of the stem	A csírázás ideje Time of the Germination
		%	%	cm	nap days	%	%	cm	nap days	%	%	cm	nap days	%	%	cm	nap days	%	%	cm	nap days	%	%	cm	nap days
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Triticum vulgare	98	1.46	92	18	43	2.25	85	18	43	3.52	90	17	43	1.01	84	16	60	1.24	89	12	60	2.32	52	12	55
Secale cereale	92	2.00	80	10	22	2.90	78	10	22	4.00	82	11	22	1.68	77	13	41	1.85	53	10	41	3.67	63	9	35
Hordeum vulgare	97	1.65	88	17	43	2.20	86	16	43	3.58	89	15	43	1.05	94	15	41	1.55	86	15	41	3.05	74	11	55
Avena sativa	99	2.27	94	13	22	3.31	92	14	22	4.35	71	10	22	1.73	95	10	41	2.56	89	10	60	4.08	95	10	55
Linum usitatissimum	80	2.96	46	4	22	3.37	34	4	22	4.39	42	4	22	2.12	29	3	20	3.13	29	30	20	4.26	26	3	35
Cannabis sativa	78	3.08	24	8	12	3.60	18	6	43	5.17	27	4	12	2.38	20	5	12	3.70	19	6	12	3.99	26	5	12
Zea Mays	90	0.38	86	24	23	0.83	56	20	43	1.49	30	14	22	0.27	86	25	60	0.68	24	15	60	2.30	2	23	55
Helianthus annuus	95	1.57	59	6	23	2.56	56	7	43	3.72	80	6	22	1.21	54	10	60	1.66	50	7	41	2.98	34	9	55
Phaseolus vulgaris	92	0.15	68	14	43	0.28	86	10	43	0.52	84	10	43	0.07	76	15	41	0.10	66	15	60	0.41	50	18	55
Pisum sativum	90	0.80	67	9	43	0.97	65	10	43	2.56	69	2	43	0.38	65	3	41	0.42	61	2	20	1.20	63	8	35

Hőmérséklet — <i>Temperature</i>	85°														90°												
A hatás tartama — <i>And times</i>	20'						30'				60'				20'				30'				60'				
A magvak neve <i>Name of the seeds</i>	Ellenőrző csírázás <i>Control of Germination</i>	Vízvesztesség <i>Loss of the water</i>	Csírászáslék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztesség <i>Loss of the water</i>	Csírászáslék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztesség <i>Loss of the water</i>	Csírászáslék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztesség <i>Loss of the water</i>	Csírászáslék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztesség <i>Loss of the water</i>	Csírászáslék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztesség <i>Loss of the water</i>	Csírászáslék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>		
	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days	%	$\frac{c}{m}$	nap days
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Triticum vulgare — — — —	98	2.00	72	18	34	2.47	59	15	34	2.74	63	16	28	1.08	64	15	19	2.35	68	18	19	3.92	59	18	19		
Secale cereale — — — —	92	2.63	54	13	34	3.09	29	10	34	3.95	14	11	28	1.74	55	14	19	3.02	40	12	19	4.32	10	8	19		
Hordeum vulgare — — — —	97	1.48	80	16	34	2.66	85	15	34	3.77	78	14	28	1.17	79	15	19	2.92	74	12	19	4.04	70	10	19		
Avena sativa — — — —	99	2.17	95	14	34	3.69	97	14	34	4.00	90	14	28	2.06	87	12	19	4.12	90	11	19	4.65	82	11	19		
Linum usitatissimum — —	80	3.43	16	3	34	3.68	31	4	34	3.93	12	4	28	2.69	13	2	19	3.62	28	5	19	4.02	9	2	19		
Cannabis sativa — — — —	78	3.39	18	6	12	4.28	21	5	12	4.64	25	7	12	2.19	15	6	12	4.56	20	7	12	5.38	18	8	12		
Zea Mays — — — —	90	0.76	40	16	34	0.88	36	15	34	0.99	42	17	34	0.79	34	12	19	1.11	22	11	19	1.77	15	10	19		
Helianthus annuus — — —	95	1.75	52	9	34	2.12	52	12	34	2.67	40	10	28	1.23	48	11	19	3.06	10	12	19	4.09	12	10	19		
Phaseolus vulgaris — — —	92	0.08	70	15	34	0.34	68	12	34	0.35	64	16	28	0.10	68	16	19	0.45	67	9	19	0.59	59	8	19		
Pisum sativum — — — —	90	0.17	63	16	34	0.50	60	14	34	0.63	59	12	28	0.19	62	14	19	0.56	62	8	19	1.39	58	10	19		

Hőmérséklet — <i>Temperature</i>	95°														100°																	
A hatás tartama — <i>And times</i>	20'							30'							60'						10'				20'				30'			
A magvak neve <i>Name of the seeds</i>	Ellenőrző csírázás <i>Control of Germination</i>	Vízvesztésig <i>Loss of the water</i>	Csírászázalék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztésig <i>Loss of the water</i>	Csírászázalék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztésig <i>Loss of the water</i>	Csírászázalék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztésig <i>Loss of the water</i>	Csírászázalék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztésig <i>Loss of the water</i>	Csírászázalék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>	Vízvesztésig <i>Loss of the water</i>	Csírászázalék <i>Germination percents</i>	A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>	A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>							
1	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days	%	cm	nap days					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26								
Triticum vulgare — — — —	98	1.41	57	17	68	2.40	41	20	68	4.21	25	12	67	1.68	53	15	67	2.25	18	12	15	3.20	8	12	66							
Secale cereale — — — — —	92	1.78	51	12	17	2.71	58	14	17	4.91	54	8	16	2.45	48	10	16	2.87	43	5	15	3.83	41	8	15							
Hordeum vulgare — — — —	97	1.24	81	14	17	2.48	72	13	17	4.81	39	9	16	1.98	49	12	16	2.54	37	7	15	3.28	16	10	14							
Avena sativa — — — — —	99	1.43	88	12	17	2.35	84	10	17	6.10	71	11	16	2.78	82	13	16	3.29	74	11	15	4.29	68	13	15							
Linum usitatissimum	80	1.92	13	2	17	2.45	15	4	17	5.16	17	4	17	3.39	10	5	17	3.86	12	6	17	4.60	17	8	15							
Cannabis sativa — — — — —	78	1.81	12	9	17	3.62	14	8	17	6.29	19	11	17	3.66	10	9	17	4.31	12	8	17	4.46	14	7	17							
Zea Mays — — — — —	90	0.42	32	12	17	0.46	26	8	17	2.25	28	10	17	0.53	28	8	17	1.48	33	11	17	1.79	31	9	17							
Helianthus annuus — — — —	95	1.05	44	10	17	1.81	42	4	17	4.86	30	8	17	2.02	42	10	17	3.33	36	12	17	3.76	19	12	17							
Phaseolus vulgaris — — — —	92	0.08	62	12	17	0.21	68	10	17	0.84	60	12	17	0.10	62	7	16	0.31	63	8	16	0.42	58	9	16							
Pisum sativum — — — — —	90	0.09	60	07	17	0.39	58	6	17	1.49	59	6	17	0.20	60	8	16	0.43	59	7	15	0.44	60	5	15							

Hőmérsékletet — <i>Temperature</i>	100°						105°												110°																							
A hatás tartama — <i>And times</i>	60'						10'				20'				30'				60'				10'																			
A magvak neve <i>Name of the seeds</i>	Ellenőrző csírázás <i>Control of Germination</i>						Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>				Csírásszázalék <i>Germination percents</i>				A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>				A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>				Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>				Csírásszázalék <i>Germination percents</i>				A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>				A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>							
	%			cm nap days			%			cm nap days			%			cm nap days			%			cm nap days			%			cm nap days			%			cm nap days			%			cm nap days		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36							
Triticum vulgare — — — —	98	4	70	24	10	66	1	83	23	12	84	3	23	21	10	56	4	07	20	16	56	6	17	19	12	56	2	09	18	11	52											
Secale cereale — — — — —	92	5	14	42	9	15	1	82	39	11	66	3	96	36	9	66	4	91	33	10	66	6	67	31	12	66	2	99	29	3	42											
Hordeum vulgare	97	4	80	28	12	14	2	23	27	18	84	2	92	18	14	56	4	22	22	13	56	6	05	24	10	56	2	51	33	7	52											
Avena sativa — — — — —	99	5	62	58	10	66	3	43	52	12	84	4	36	52	10	56	5	20	72	10	56	7	04	27	15	56	3	97	72	11	42											
Linum usitatissimum — —	80	5	41	14	9	15	3	59	8	9	15	4	63	10	8	15	4	85	5	9	15	5	78	7	6	15	1	77	4	5	15											
Cannabis sativa — — — —	78	6	13	10	8	17	4	30	6	7	17	5	18	8	8	17	3	64	5	6	17	6	62	4	5	17	4	60	2	4	17											
Zea Mays — — — — —	90	2	35	26	11	17	0	41	24	14	66	0	91	28	15	66	1	70	30	13	66	3	12	29	10	66	0	35	18	14	42											
Helianthus annuus — — —	95	5	51	28	10	17	1	55	22	11	66	2	28	14	6	56	4	45	10	18	56	5	88	20	8	56	1	43	16	11	56											
Phaseolus vulgaris — —	92	0	90	60	10	16	0	45	60	16	84	0	67	58	10	56	0	72	52	12	56	1	28	54	10	56	0	30	58	14	52											
Pisum sativum — — — —	90	1	71	61	6	15	0	59	58	13	84	1	24	60	10	84	2	01	56	8	64	2	37	59	11	64	0	24	57	10	52											

Hőmérséklet — Temperature		120°														125°																																	
A hatás tartama — And times		10'						20'						30'						10'						20'						30'																	
A magvak neve Name of the seed		Ellenőrző csírázás Control of Germination		Vízvesztés Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stem		A csírázás ideje Time of the Germination		Vízvesztés Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stem		A csírázás ideje Time of the Germination		Vízvesztés Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stem		A csírázás ideje Time of the Germination		Vízvesztés Loss of the water		Csíraszázalék Germination percents		A szár hossza Tallness of the stem		A csírázás ideje Time of the Germination															
1		%		c/m		nap days		%		c/m		nap days		%		c/m		nap days		%		c/m		nap days		%		c/m		nap days		%		c/m		nap days													
2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26	
Triticum vulgare — — — —		98	2·64	13	12	42	4·44	11	14	42	6·23	10	11	42	1·75	10	12	42	4·56	7	11	42	6·50	5	9	42																							
Secale cereale — — — — —		92	3·77	16	12	51	5·74	13	11	51	6·79	11	9	51	1·96	9	12	42	5·77	9	10	42	7·51	8	9	42																							
Hordeum vulgare — — — —		97	2·47	15	2	11	4·09	17	3	11	5·62	13	4	11	1·29	11	8	42	4·32	6	8	42	5·96	3	7	42																							
Avena sativa — — — — —		99	4·67	30	6	11	5·32	24	8	11	6·38	19	9	11	3·02	17	10	42	5·58	7	9	42	7·66	2	7	42																							
Linum usitatissimum — —		80	5·14	—		6·15	—	—		8·54	—			5·12	—	—		6·16	—	—		7·13	—	—	—																								
Cannabis sativa — — — —		78	5·23	2	3	17	5·71	—	—	—	6·89	—	—	—	5·51	—	—	6·41	—	—		7·47	—	—	—																								
Zea Mays — — — — —		90	0·57	8	9	42	1·40	6	11	42	1·87	7	10	42	0·36	5	18	42	0·98	7	19	42	3·00	6	13	42																							
Helianthus annuus — — —		95	2·34	1	7	56	3·61	—	—	5·84	—	—	—	1·12	—	—		4·02	—	—		6·53	—	—	—																								
Phaseolus vulgaris — — —		92	0·28	50	2	11	0·98	49	6	11	1·21	47	5	11	0·25	48	16	42	0·52	49	16	42	1·66	50	10	42																							
Pisum sativum — — — —		90	0·42	52	8	11	0·61	54	7	11	1·12	50	6	11	0·57	48	7	42	1·46	40	9	42	1·82	36	6	42																							

Hőmérséklet — <i>Temperature</i>	130°										135°								140°									
A hatás tartama — <i>And times</i>	10'					20'					10'				20'				10'				20'					
A magvak neve <i>Name of the seeds</i>	Ellenőrző csírázás <i>Control of Germination</i>		Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>		Csírászázalék <i>Germination percents</i>		A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>		A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>		Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>		Csírászázalék <i>Germination percents</i>		A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>		A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>		Vízvesztéség <i>Loss of the water</i>		Csírászázalék <i>Germination percents</i>		A szár hossza <i>Tallness of the stem</i>		A csírázás ideje <i>Time of the Germination</i>			
	%		% _m	nap days	%	% _m	nap days	%	% _m	nap days	%	% _m	nap days	%	% _m	nap days	%	% _m	nap days	%	% _m	nap days	%	% _m	nap days	%	% _m	nap days
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Triticum vulgare	98	2.49	2	6	42	5.35	—	—	—	2.29	—	—	—	3.77	—	—	—	4.44	—	—	—	4.52	—	—	—	—	—	—
Secale cereale	92	3.48	3	9	42	6.44	1	10	42	3.17	—	—	—	4.85	—	—	—	4.83	—	—	—	6.49	—	—	—	—	—	—
Hordeum vulgare	97	2.12	—	—	—	5.63	—	—	—	2.07	—	—	—	4.01	—	—	—	3.45	—	—	—	4.69	—	—	—	—	—	—
Avena sativa	99	3.49	1	6	42	7.95	1	5	42	2.92	—	—	—	5.62	—	—	—	3.97	—	—	—	6.83	—	—	—	—	—	—
Linum usitatissimum	80	5.24	—	—	—	7.28	—	—	—	5.08	—	—	—	6.81	—	—	—	6.23	—	—	—	6.85	—	—	—	—	—	—
Cannabis sativa	78	3.36	—	—	—	7.67	—	—	—	4.81	—	—	—	6.87	—	—	—	5.26	—	—	—	6.98	—	—	—	—	—	—
Zea Mays	90	0.31	3	16	42	0.86	2	15	42	0.26	2	10	38	2.31	—	—	—	0.38	—	—	—	2.14	—	—	—	—	—	—
Helianthus annuus	95	1.63	—	—	—	3.99	—	—	—	1.80	—	—	—	5.04	—	—	—	2.77	—	—	—	5.23	—	—	—	—	—	—
Phaseolus vulgaris	92	0.15	42	18	38	0.68	40	16	38	0.16	42	16	38	1.52	—	—	—	0.21	—	—	—	1.01	—	—	—	—	—	—
Pisum sativum	90	0.12	40	6	38	1.16	36	7	38	0.17	20	5	38	0.81	—	—	—	0.21	—	—	—	1.39	—	—	—	—	—	—

III. sz. táblázat. — *III. Table.*Teljes vízveszteség. — *Total loss of water.*

Sor- szám Nr.	A mag neve <i>Name of the seeds</i>	A magvak száma <i>Number of the seeds</i>	Teljes víz- veszteség grammokban <i>Total loss of water in grams</i>	Teljes víz- veszteség % <i>Total loss of water in %</i>
1	Triticum vulgare... ..	100	0.3980	9.985
2	Secale cereale	100	0.1988	9.070
3	Hordeum vulgare	100	0.3172	9.987
4	Avena sativa... ..	100	0.2320	10.408
5	Linum usitatissimum ...	100	0.0410	6.407
6	Cannabis sativa... ..	100	0.1344	7.983
7	Helianthus annuus	50	0.3662	7.329
8	Phaseolus vulgaris... ..	50	1.3240	9.02
9	Pisum sativum	50	0.8298	8.21

IV. sz. táblázat. — *IV. Table.*A csiraképesség hőmérsékleti határai. — *The limits of the
ability of germination.*

Sor- szám Nr.	A mag neve <i>Name of the seeds</i>	Teljes víz- veszteség % <i>Total loss of water in percent</i>	Hőfok C° <i>C°</i>	Hatás tartama <i>Duration of the influence</i>
1	Triticum vulgare... ..	9.985	130°	20'
2	Secale cereale	9.070	135°	10'
3	Hordeum vulgare	9.987	130°	10'
4	Avena sativa	10.408	135°	10'
5	Linum usitatissimum ...	6.407	115°	10'
6	Cannabis sativa	7.983	120°	20'
7	Zea Mays		135°	20'
8	Helianthus annuus	7.329	120°	20'
9	Phaseolus vulgaris	9.02	135°	20'
10	Pisum sativum	8.21	135°	20'

RESEARCHES ABOUT THE HEAT-RESISTANCE OF SEEDS.

(From the Botanical Institute of the Hungarian Royal Highschool for engineers of mines and forests, in Sopron, Hungary.)

By D. FEHÉR and R. BOKOR.

The problem of the heat-resistance of seeds forms doubtless one of the most interesting chapters of the Physiology of germination. How it may be judged about the statements of literature, (look Literature I—XII.) a uniform treatment and decision of this supplement of questions did not yet follow. Especially we desire to point to the coherence of this question with the irreversible heat-koagulation of the seed-albumen.

The albumen-matters of the seeds of plants are, in comparison with their temperature of coagulation, composed in table I.

The purpose of our researches was, to define, at the seeds of some economical important plants, those limits of temperature, at which the force of germination is extinguished. The definitions are preliminary executed in dry heat.

First has been defined the capacity of water of the seeds in weight percentage (look table III.) after having before inquired the normal germination percents (look the table II.). The seeds, after having been weighted first in electric heated drying-apparatuses, were exposed to the desired degrees of heat, then, for the purpose of finding out the loss of water, having been weighted again and having been sowed in plain porcelain-dishes in garden mould, and then having been cultivated 4—5 weeks.

Table II. contains the results of them. In table IV. we have composed then the highest limits of temperature of the different kinds of plants.

Grafikon I. finally shows the dependence of the germination percents from the different degrees of heat.

Comprehension of the results.

1. How the thus far inquired results of researches show, the oil-capacity of the seeds does not much increase the ability of resistance of them.

The seeds of the most cereals have even supported much higher temperature than the oil containing seeds.

2. The water capacity of seeds moved between 6.407—10.408%. With the influence of the increased degrees of heat slowly reduces the capacity of water, so that the diminution of the ability of germination with the percents of the loss of water nearly passes parallel.

3. The highest limit of temperature is at the most of seeds higher than the limit of the heat-koagulation.

4. The circumstance, that the highest limit of temperature mostly exceeds considerably the temperature of coagulation, leads to the probable assumption that in the alive cells of the seeds the albumen-matters exist in such an estate, which offers them responding shelter against the high temperatures.

Irodalom- Literature.

I. F. HABERLANDT. Über den Einfluss einer höheren Temperatur auf die Keimfähigkeit der Samen. Allg. Land. u. Forstw. Zeitung. I. p. 389. (1863.)

II. ABDERHALDEN. Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden. Abt. XI. T. 2 a. p. 478. (GRAFE.)

III. MERKENSCHLAGER. Keimungsphysiologische Probleme. (1924.)

IV. GAIN. Compt. rend. soc. d. biol. 84. p. 887 id. MERKENSCHLAGER.

V. SIGALAS und MARNEFFE. Compt. rend. de l'Académie des Sciences 174. p. 1037. id. MERKENSCHLAGER.

VI. GOODSPEED. Botanical-Gazette 1911. 51. id. MERKENSCHLAGER.

VII. GRAFE. ABDERHALDEN. I. c. p. 476.

VIII. C. H. MÜLLER. ABDERHALDEN. I. c. p. 726.

IX. PORODKO. Ber. d. d. bot. Gesellschaft Bd. XLV. H. 1. 1927.

X. U. 3. Ber. d. d. bot. Gesellschaft. XLIV. H. 2. 1926.

XI. OSBORNE. Biochemisches Handlexicon. Bd. 4. P. 1 és következő.

XII. Összeállítva, a Biochemisches Handlexicon adatai alapján.

(From the session of the III^d Class of the Hungarian Academy of Sciences, the 14th March 1927.)

A BORDATARTÓ IZMOK ÖSSZEHASONLÍTÓ ANATOMIÁJÁHOZ.¹

ZIMMERMANN ÁGOSTON I. tagtól.

Egy képpel.

Az összehasonlító anatomia egyes fejezetei közül különösen az izomtanban észlelhető és érezhető kellemetlen módon az a bizonytalanság és zavar, mely a *homológiák meghatározásakor* megnyilvánul. Ennek egyik oka az, hogy aránylag kevesen foglalkoznak behatóbban összehasonlító myologiai vizsgálatokkal, egyfelől azért, mert az ehhez szükséges megfelelő nagyobb-mennyiségű vizsgálati anyag nehezen szerezhető be és csak kevés helyen áll rendelkezésre, másfelől pedig az izomtani vizsgálatok fárasztók, hosszadalmasak és kényelmetlenek, adott esetben nem tűrnek halasztást, továbbá nem ritkák itt oly variációk sem, melyek a zavart még fokozhatják. Sok esetben a késsel való preparálási eljárás nem bizonyul elegendőnek, hanem hegyes pincettával és bontótűvel, részben víz alatt kell az egyes izmokat elkülöníteni, a finomabb inter- és intramuscularis idegelosztódást megállapítani. Nem egyszer csak gazdagabb és változatosabb összehasonlító anyag átkutatása és mélyebbre ható fejlődéstani vizsgálatok vezetnek a helyes értelmezéshez, a megértéshez.

Azoknak az összehasonlító izomtani vizsgálatoknak során, melyek az 1909. év óta a m. kir. állatorvosi főiskola anatomiai intézetében rövidebb-hosszabb megszakításokkal folynak, különös tekintettel voltam az újjak számának redukiójával, a járás módjának (plantigrad-, digitrad-, unguligrad, talpon-, újjon-, újj-

¹ Az Országos Magyar Természettudományi Alap támogatásával.

hegyenjárás) megváltozásával és a testtartással (orthoskelia, egyenes testtartás, vízszintes testtartás) kapcsolatban bekövetkező változásokra és igyekeztem az egyes izomcsoportoknál a homológiákat lehetőleg nagy anyagon az eredési és tapadási, táj-anatomiai és innervációs viszonyok beható vizsgálata és részletes összehasonlítása alapján a fejlődéstani adatok figyelembe vételével megállapítani, mi által több téves adat kiküszöbölése várható. Vezetésem alatt több tanítványom pályamunkák keretén belül foglalkozott összehasonlító biometriai mérésekkel, egyes izmok viszonylagos hosszának, vastagságának, keresztmetszetének és súlyának meghatározásával (megjelentek az Állatorvosi Lapok 1925. évi 22. és 1926. évi 17—18. számában).

A közelmúltban egyes *mellkasi izmok* rendszereit vizsgáltam, melyekről nagyon eltérő leírások találhatók a vonatkozó összehasonlító anatómiai irodalomban. A mellkasi izmoknál általában gyakoriak a variációk, melyek azáltal jönnek létre, hogy egyes izomkezdemények a fejlődés további során nem különülnek el, vagy pedig irreguláris pályákra tolódnak el és ezáltal változnak meg a mellkasi izmok stratigraphiai viszonyai az egyes állatfajoknál. Ilyenek a bordatartó izmok is.

A *bordatartó izmok* synonymái: *musculi sculeni* (RIOLANUS, 1626, nevezte el így ez izomcsoportot *σαληνός* = egyenlőtlen-szárú háromszögekből álló idomhoz való hasonlósága alapján), Rippenhalter, Rippen-Halswirbelmuskeln (SCHWAB), ungleichdreiseitige Muskeln (SUSSDORF), Treppenmuskeln (BRAUS), musculus triangularis (SPIGELIUS), scalène, costotrachéliens (CHAUSSIER, GIRARD), ^{*}scaleno; szorosan összetartozó három izom, melyek a a nyak alsó éléről, a nyaki csigolyák harántnyúlványairól az elülső bordákra térnek és a bordaközi izmok folytatásának tekinthetők.

Eleinte csupán egyetlen *egy* scalenust különböztettek meg, melynek hézagain át a kulcsontalatti erek, vasa subclavia, és a karfonat, plexus brachialis, hatolnak át; így írta le VESALIUS is (*Humani corporis fabrica*, 1555., pag. 354.), hasonló RIOLANUS J. rövid leírása is (*Les œuvres anatomiques*, 1629., pag. 732.), kitől ez izomcsoport nevét is nyerte, ugyanígy ismerteti HEISTER, CHAUSSIER, továbbá DIONIS P. (1659.), ki szintén egy scalenust

különböztet meg, mely azonban *két* részre hasad, ezek közül az egyik az első bordáról ered, a másik pedig a kulcscsontról. Később ebben az izomcsoportban minden izomnyálábott, mely erek vagy idegek áthatolása következtében különvált, önálló izomként ismertettek. Így SOEMMERING S. TH. (*De corporis humani fabrica*, 1794., II., pag. 169.) és MECKEL J. FR. (*Handbuch der Anatomie*, 1816., II., pag. 428.) *három*, ALBINUS *öt*, HALLER pedig *hét* scalenust különböztetett meg. WINSLOW leírása szerint *kétféle* scalenus van, ismét két-két részlettel; e kettős felosztás mellett sokáig kitartottak praktikus nézőpontból (l. utóbb is), különösen a franciák. Az angol DOUGLAS *négy* scalenust írt le.

A scalenusok csoportosítása tehát az idők folyamán többféle változást szenvedett el. Ezidőszerint általában kevés kivétellel (SEBILLEAU, LIVINI) a *hármass felosztást* fogadják el, mely eredetileg SOEMMERING-től és MECKEL-től származik és mely szerint a RIOLANUS által együttesen, közösen elnevezett háromszögös izomtömegnek három önálló része van: az elülső, a középső és a hátulsó bordatartó izom, *musculus scalenus anterior* (helyesebben *anticus*), *medius* et *posterior* (klasszikus latinsággal *posticus*). E három scalenus, HENLE meghatározása szerint, a szomszédos, alattuk, rajtuk vagy közöttük levő erekhez és idegekhez jellemző, határozott viszonyban áll. Abból a kulcscsontfölkötti tájékban, a fossa supraclavicularisban található kúpszerű izomtömegből, melynek alsó felülete a mellhártya kúpjával nőtt össze és ennek útján a tüdő csúcsával is vonatkozásban áll, az a rész, mely a kulcscsont alatti arteria, a. subclavia (ill. hónalji arteria, a. axillaris) *előtt* halad az első bordapárhoz, a *musculus scalenus anticus*-hoz tartozik, ami pedig az a. subclavia mögött található és szintén az első bordapárhoz tér, az a *musculus scalenus medius*, míg a második és további bordákhoz haladó részletek a *musculus scalenus posticus* névvel jelöltetnek meg. Az az újabbkeletű meghatározás, mely szerint tulajdonképpen két scalenus van: a m. scalenus anticus és a m. scalenus posticus, mely utóbbi a karfonat, plexus brachialis mögött található egész izomkomplexumot foglalja magában, a m. scalenus medius pedig csupán a m. scalenus anticusnak egy részlete, nem egészen

helytálló és nem is talált általánosabb elfogadásra, mert a karonat egyes részletei, nevezetesen három elsőleges törzse, nem a m. scalenus posticus-tól, hanem a m. scalenus medius-tól különítik el a m. scalenus anticust.

Ha az előbb említett HENLE-féle meghatározást követjük, melyhez (EGENBAUR is csatlakozott és mely mutatis mutandis az összehasonlító anatomiaiban is használhatónak bizonyult, akkor a vizsgált háziállatfajok közül csupán a házinyúl-nál, továbbá több esetben a kérődzőknél találhatjuk meg mindhárom-féle scalenust, mert a m. scalenus anticus csak ezeknél fordul elő, míg a m. scalenus medius valamennyi emlős háziállatfajnál megvan, a m. scalenus posticus ellenben a kérődzőknél, sertés-nél, hűsevőknél és a házinyúl-nál található, a lónál ellenben hiányzik.

A scalenusoknak az ember anatomiajából átvett elkülönítése az összehasonlító anatomiaiban némi nehézségekbe ütközik azért, mert a scalenusok eredési és tapadási viszonyai, az arteria és vena subclavia-hoz, továbbá a plexus brachialis-hoz, valamint a szomszédos izmokhoz való helyzete több tekintetben eltér az embernél tipusos elhelyezési viszonyoktól és néha nehezen nyújt elegendő támasztópontokat a pontosabb elkülönítésre, illetőleg meghatározásra. BISCHOFF ezért azt ajánlotta, hogy a scalenusok felosztásánál és megjelölésénél ne az ereket és az idegeket vegyék kiindulási pontul és alapul, hanem a scalenusokat eredési és tapadási viszonyaik alapján minősítsék és azokat a nyalábokat, melyek a nyaki csigolyák harántnyúlványainak tubercula anteriorairól erednek, a m. scalenus anteriorhoz tartozóknak tekintsék, azokat pedig, melyek a nyaki csigolyák harántnyúlványainak tubercula posteriorairól indulnak ki, a m. scalenus posticus neve alatt foglalják össze; továbbá a m. scalenus nyalábait a szerint, amint az arteria subclaviától és a plexus brachialistól dorsalisán vagy ventralisan foglalnak helyet, két csoportra különítsék el: a dorsalisán fekvő m. scalenus mediusra és a ventralis helyeződésű m. scalenus anticusra.

A következőkben a *hármass felosztást* követve egyenkint tárgyalom a m. scalenus anticust, medius-t és posticus-t, melyek közül különösen a két utóbbi mutat variabilitást, ami a homo-

lógiaák megállapítását megnehezíti. Ezeken kívül kitérek még az ebben az izomcsoportban ALBINUS által először leírt negyedik izomra, a topographiai jelentősége miatt érdekes *m. scalenus minimus*ra is.

1. Az *elülső vagy alsó, ventrális bordatartó izom*, *musculus scalenus anterior v. ventralis*, *m. scalenus anticus v. prior* (ALBINUS) v. *primus* (COWPER, KRAUSE), *m. triangularis anticus* (HOFFMANN), *scalène antérieur*, *scalenus anticus* (QUAIN), *scaleno anteriore ventrale* (ROMITI), a nyaki csigolyák harántnyúlványainak elülső gumóiról ered, állatfajok szerint különböző terjedelemben.

Az *ember*-nél a 3—6. nyaki csigolyára terjed, a harántnyúlványok elülső gumóin indul ki négy, jól különválasztott csipkével. A többi scalenustól a *hiatus scaleni* élesen elkülöníti. Ez a keskeny, háromszögletes rés, melynek alapja az első bordán van, a mellkasi végtaghoz térő *arteria subclavia* és *plexus brachialis* (három első törzse) átjárására szolgál, míg előtte és a nyaki *rectus*-csoport között levő kisebb hasadékon a *vena subclavia* hatol át. A *m. scalenus anticus* lefutása lefelé, ventrolateralisan irányul; tapadása az első borda csontján, közel a bordaporchoz található, hol e borda felső szélén külön kis kiemelkedés, a *tuberculum scaleni Lisfranci* jelzi tapadása helyét. A tapadás felé az egyes izomfogak, illetőleg csipkék *convergálása* és *egyesülése* által keletkezett erős izomhas inba megy át és ezzel végződik az első bordán (EISLER, LENHOSSÉK).

Az emlős háziállatok közül a *házinyúl*-nál a bordatartó izmok feltűnő erősen fejlődtek ki, aránylag erősebben, mint a patás és a húsevő háziállatokon; ezenkívül a scalenus-rendszernek mindhárom tagja, tehát a *m. scalenus anticus* is megkülönböztethető. Éppen ez a körülmény birt annak idején arra, hogy a scalenusok összehasonlító anatómiájával behatóbban foglalkozzam. A házinyúl anatómiájának rendszeres feldolgozása közben terelődött figyelmem erre az izomcsoportra, mely első pillantásra úgy tűnik fel, mintha a nyakicsigolyákon az *epistropheus*ig terjedne; a mellkason pedig még inkább kiszélesedve terül el.

Már KRAUSE házinyúl-anatómiájában három scalenust különböztet meg, melyek közül a *m. scalenus anticus* a 4—7. nyaki

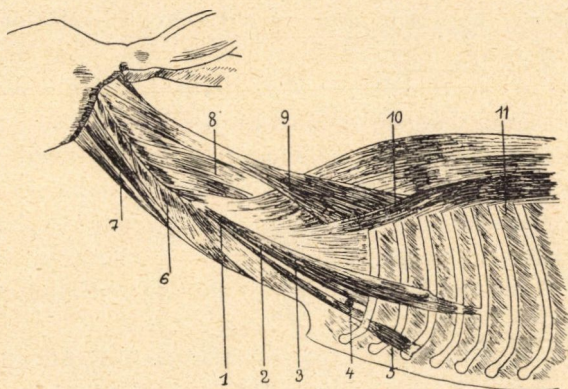
csigolya harántnyúlványán ered, a m. longus colli mellett lateralisán fekszik és az első bordán tapad a bordacsont-bordaporci egyesülés fölött. Ugyancsak KRAUSE szerint az arteria subclavia a m. scalenus anticus előtt, a vena subclavia fölött és mögött halad.

Vizsgálataim során tizenhét, különböző fajtájú, nagyságú, korú és nemű házinyúlón sikerült a m. scalenus anticust elhatárolni és kipreparálni. E szerint a 4—7. nyaki csigolya harántnyúlványainak tuberculum anteriusain inlemezekkel ered; legerősebbek a 4—5. nyaki csigolyáról eredő inlemezek. Egyeseknél ezek az inak nem annyira a tubercula anteriora elülső megvastagodott végén, mint inkább az elülső és a hátulsó gumót összekötő csonthídon veszik eredetüket. Az inlemezek lapos izomhasba mennek át, de még ezekben a lapos izomrészletekben is követhetők az ínrostok, különösen az izom ventralis szélén, úgyhogy FORSTER az izmot félig tollazottnak, semipennatus, írta le. Az ezután összetérő izomrostok által alkotott izomhas lemezszerűen kissé kiszélesedik, körülbelül 5—6 mm széles lesz és az első borda lateralis felületén tapad a bordacsont-bordaporci egyesülés határán.

A házinyúl első bordapárján, a többi bordájától eltérően (a házinyúlnak 12 bordája van, 6 valódi és 6 álbordera, mely utóbbiak közül 3 costa fluctuans) a csigolyákhoz közelebb eső dorsalis résznek még elülső és hátulsó felülete, facies cranialis et f. caudalis, van, míg a szegycsonthoz közelebb eső ventralis felében a cranialis felületből lateralis, a caudalishól pedig medialis felület lesz. A bordák általában végig oldalt lapítottak, a külső és a belső felület élesebb elülső és tompa hátulsó szélben, margo cranialis et caudalis, találkoznak.

A m. scalenus anticus a nyaki pólya mély lemeze, fascia colli profunda, által burkolva a m. sternocleidomastoideus-tól medialisán foglal helyet. Négy esetben a m. scalenus anticus szomszédságában a 3—6. nyaki csigolya harántnyúlványainak hátulsó gumóiról, tubercula posteriora, aránylag hosszú inas fogakkal egy másik izom eredt, melyben a jelzett inlemezek egységes izomhasba mennek át és ez az atlas szárnyán tapad. KRAUSE ezt az izmot *musculus longus atlantis*-nak nevezte el,

ez a hosszú nyakizom, *m. longus colli*, illetőleg ennek mintegy folytatását tevő hosszú fejizom, *m. longus capitis* (= *m. rectus capitis ventralis major*), különvált részletének tekinthető. Szomszédosak továbbá lateralisan a *m. scalenus anticusszal* a nyaki csigolyák harántnyúlványközötti izmai, *musculi intertransversarii ventrales*, melyek több esetben egybefolytak *musculus intertransversarius longus cervicisszé*, miközben elvesztették metameres elrendezésüket, sőt egyes részleteik a scalenustól, mások a *m. longus colli* rostjaitól csak nehezen, mesterségesen választ-



A házinyúl nyaki és mellkasi izmai.

1 = *musculus scalenus anticus*, 2 = *m. scalenus medius*, 3 = *m. scalenus posticus*, 4 = *arteria subclavia*, 5 = *musculus transversus costarum* (= *m. sternalis* = *m. rectus thoracis*), 6 = *m. sternocleidomastoideus*, 7 = *m. longus capitis*, 8 = *m. semispinalis capitis*, 9 = *m. longissimus capitis et atlantis*, 10 = *m. longissimus dorsi*, 11 = *musculi intercostales externi*.

hatók széjjel, ezekbe átmennek. A *m. iliocostalis cervicis*, a csipőbordaizom nyaki részlete szintén szomszédos a scalenusszal, amennyiben a nyaki csigolyák harántnyúlványainak hátulsó gumóin, *tubercula posteriora* v. *costalia*, tapadnak nyalábjai, melyek 1—2 csigolyát átugorva haladnak az atlas felé. FORSTER ezeket a kötegeket, úgy látszik, a KRAUSE-féle *m. longus atlantisszal* cserélte össze, holott adott esetben mind a kettő kimutatható. Az *arteria subclavia*hoz képest a *m. scalenus anticus* ventralisan található, a *vena subclavia* pedig előtte foglal helyet.

A *kérődzők* közül úgy a bovináknál, mint az ovinaknál is, több esetben volt kimutatható a m. scalenus anticus jelenléte, mely tehát inconstans. Tíz marha közül kettőn (közöttük egy borjúfetuson) és tizenkét juh közül négyen volt kipreparálható ez az izom, mely a 3. és 4. nyaki csigolya harántnyúlványainak elülső gumóiról aponeurosissal veszi kezdetét, azután karcsú izomhasba megy át és az arteria subclaviától ventralisan az első borda alsó harmadára tér.

A *kérődzők* m. scalenus anticusának szomszédja a m. sternocleidomastoideuson, m. longus capitisen, mm. intertransversarii ventralesen és m. iliocostalis cervicisen kívül a *musculus omohyoideus* is, mely GURLT szerint a marhánál sajátos módon két részből áll. Kaudalis része az első bordaporceról a lapocka alatt a m. brachiocephalicus ínas beiratához tér, mely inscriptio tendinea a kulescsontnak helyét jelzi és a hozzátartozó izomrészlet a musculus deltoideus pars clavicularisának a m. sternocleidomastoideushoz csatlakozott része; a m. omohyoideus kaudalis részleteként leírt karcsú hengeres izom azonban Süssdorf szerint az ember *musculus subclavius*-ával homolog, mit Rónai-nak a vezetésem alatt álló intézetben végzett vizsgálatai is megerősítenek. A m. omohyoideus nasalis része, vagyis a tulajdonképeni m. omohyoideus, a 3–4. nyaki csigolyánál a fascia colli profundából veszi eredetét és innen felhúzódik a nyelvcsont villájára. A m. scalenus anticus az utóbb leírt izomtól medialisán foglal helyet, míg mellette dorsolateralisan a m. scalenus medius található, e két scalenus között halad át az arteria subclavia. A m. scalenus anticus felületén ferdén pedig a nervus phrenicus.

Equidáknál, suidáknál és carnivoráknál a m. scalenus anticus teljesen hiányzik, még nyomokban sem mutatható ki.

A m. scalenus anticusba az 5–7. nyaki gerincvelőidegek bocsátanak ágakat. A házinyúlón végzett behatóbb vizsgálattal nem sikerült az idegek teljes metameres elosztódását megállapítani, mert a hatodik nyaki gerincvelőidegtől az ötödik és a hatodik nyaki csigolyán eredő izomrészlethez is tértek rostok.

A m. scalenus anticust jórészt az arteria vertebralis ágai látják el vérrel, ezeken kívül az arteria cervicalis ascendensből is kap vért.

2. A *középső bordatartó izom*, musculus scalenus medius, m. scalenus secundus (DOUGLAS, KRAUSE), long intertransversaire du cou (CROUVEILHIER), scalène moyen, scaleno medio (ROMITI), a scalenus-izomesoport legerősebben fejlett tagja, mely valamennyi emlős háziállatfajnál kifejlődik. A nyaki csigolyák harántnyúlványainak hátulsó gumóiról, tubercula posteriora (v. costalia), ered, az arteria subclavia mögött, dorsalisan halad az első bordához, melyen a m. scalenus anticustól dorsalisan megtapad.

Az *ember*-nél rendszerint a 3—7. nyaki csigolya harántnyúlványain ered, BRAUS szerint azonban valamennyi nyakcsigolyán. Az eredő fogak gyakran dorsalis és ventralis részből állnak, majd erős izomhasba egyesülnek, mely az első bordán az impressio arteriæ subclaviæ dorsalis szélénél tapad, de az első bordaköz fasciájába is átmegy és különböző szélességben a második borda cranialis szélét éri el. A m. scalenus medius és m. scalenus articus között marad vissza a keskeny hiatus scaleni (l. előbb az 362. oldalon).

A *házinyl* m. scalenus mediusa a 4—6. nyaki csigolya harántnyúlványainak hátulsó gumóin ered, erős izomhasa ezután ferdén caudoventralisan az első borda felső felére húzódik, hol közel a csigolyai véghez a musculus iliocostalis szomszédságában tapad meg.

KRAUSE ezt az izmot tévesen m. scalenus posticus-ként írta le, holott eredési és tapadási viszonyai szerint a m. scalenus mediusnak felel meg, az első bordán tapad.

FORSTER *m. levator costae primus* néven ismertet egy hasonló izomköteget, mely a hetedik nyaki csigolya harántnyúlványának hátulsó gumójáról tér az első bordához; szerinte eredése és tapadása élesen elkülöníthető. Az általam vizsgált tizenhét eset közül kilencben szintén sikerült a hetedik nyakcsigolyáról az első bordához követni egy aránylag erős köteget, mely a m. scalenus medius mögött haladt, de ettől élesebben nem volt elhatárolható, úgyhogy a m. scalenus medius egy variációjaként tekinthető, mely az ember *m. scalenus minimus Albin*-jének felel meg (l. utóbb).

A *patás* és a *húsevő* háziállatoknál a musculus scalenus mediust az állatorvosi anatomiában *musculus scalenus primæ*

costae-nak nevezték el. Ezeknél az állatfajoknál is a HENLE-GEGENBAUR-féle meghatározásnak megfelelően, tipikus, jellemző módon az arteria subclavia mögött, dorsalisan foglal helyet ez az izom. Eredetét a 3.(4.)—7. nyaki csigolya harántnyúlványának hátulsó gumóján veszi; lónál, sertésnél és húsevőknél ritkán terjed túl a 4. nyaki csigolyánál, míg az ovináknál, juhnál és kecskénél, az atlasig is felhúzódni látszik (l. utóbb), a bovináknál pedig rendszerint a 3. nyaki csigolyán kezdődik. Ezután lapos izomhasba megy át, melyet lovon, marhán és sertésen az első borda közelében a karfonat, plexus brachialis, gyökérrostjai fúrnak át és a m. scalenus mediust két részre osztják. Ezek közül a nagyobb, terjedelmesebb alsó rész, *pars ventralis*, a 3., illetőleg 4–6. nyaki csigolyáról jövő rostokat foglalja magában és az első borda cranialis szélének közepe táján tapad meg, míg a keskenyebb és inkább háromszögletes felső része, *pars dorsalis*, csupán a 7. nyaki csigolyáról eredő rostokat tartalmazza és az első borda cranialis szélének dorsalis felében végződik. Ezt az utóbbi részletet ALBINUS az embernél *musculus scalenus minimus*-nak nevezte el, az összehasonlító anatomiában is így nevezik. A m. scalenus mediusnak az egyes nyaki csigolyákon eredő fogai egyébként jól segmentáltan tűnnek elő, különösen a kérődzőkön és a húsevőkön, az egyes izomfogak között pedig a nyaki gerincvelőidegek találhatók, melyek a karfonattá, plexus brachialis, egyesülnek, ennek utolsó gyökerei hasítják le a ló, marha és sertés m. scalenus mediusának a hetedik nyaki csigolyán eredő részletét és különítik el a m. scalenus minimus alakjában.

A m. scalenus mediust a fascia colli felületes és mély lemeze foglalja körül, az utóbbi erős, fehér, rostos hártya alakjában az izom belső felületén az első bordához tér.

A középső bordatartó izom is a m. sternocleidomastoideus, m. omohyoideus, m. iliocostalis cervicis szomszédságában foglal helyet, mellette medialisán találhatók továbbá a mm. intertransversarii ventrales, melyeknek különösen a 3. és 4. nyaki csigolyától az atlasig terjedő része fejlődött ki erősebben és annyira hozzásimul a m. scalenus mediusnak a 4. nyaki csigolya harántnyúlványán eredő kezdetéhez, hogy nem egyszer a m.

scalenushoz tartozónak vették (l. előbb). A m. scalenus medius mellett dorsalisan a m. scalenus posticus található, ventromedialisan pedig az 5., 6., 7. nyaki gerincvelőidegből eredő rekeszideg, nervus phrenicus, az arteria és vena subclavia ágai, a nervus vagus és a nervus sympathicus (a ganglion cervicale infimum- és gangl. thoracale primummal), továbbá az arteria carotisok, az arteria és vena axillaris, a musculus longus colli, a gégecső, a nyelőcső, az alsó nyaki nyirokesomók, a mellkas bejáratában foglalt szervek.

A m. scalenus mediust a 4—8. nyaki gerincvelőidegek innerválják, melyek az izomba a ventralis felületről térnek be és többé-kevésbbé segmentalisan oszlanak el.

A m. scalenus mediust az arteria vertebralis, továbbá az a. cervicalis profunda és az a. transversa colli látja el vérrel.

3. A *hátulsó vagy felső, dorsalis bordatartó izom*, musculus scalenus posterior v. dorsalis, m. scalenus posticus (ALBINI), v. tertius (DOUGLAS, KRAUSE), scaleno posteriore o dorsale (ROMITI), az alsó nyakicsigolyák harántnyúlványainak hátulsó gumóiról a második, többnyire azonban több borda lateralis felületére tér. Vannak, például POIRIER, kik a m. scalenus posticusban a m. scalenus mediusnak dorsalis porcióját vélik felismerhetni, mert nem mindig különül el teljesen a középső és a felső bordatartó izom egymástól.

Az *ember* m. scalenus posticus két karcú lapos innal az 5. és 6. nyaki csigolya harántnyúlványainak tubercula posteriorain veszi eredetét, ezután az izmos hasa a m. scalenus mediusnak dorsalis, illetőleg dorsolateralis szélét megkerüli és a második borda külső felületén, ventralisan a bordaszöglettől, néha egészen az alsó fűrészigom eredéséig terjedő, aponeurosis-szerű innal megtapad. Ína gyakran a m. scalenus medius tapadását fedi (ALBINUS és MECKEL m. scalenus lateralis, MACALISTER m. scalenus accessoriusa nem egyéb, mint a m. scalenus mediusnak dorsalis porciója, melyet a nervus thoracicus longus gyökerei különítenek el).

A *házinyl* felső bordatartó izma a 4. és 5. nyakicsigolya harántnyúlványainak hátulsó gumóin hegyben végződő, erős, fénylő innal ered; ezután izomhasa legyezőszerűen kissé kiszé-

lesedik, ventrolateralisan a mellkas oldalára húzódik és a 3—5. borda külső felületén tapad meg. Két eredő ina a m. scalenus medius és m. iliocostalis cervicis közé beékelt és az utóbbi inrostjaitól többnyire nehezen különíthető el. Izomhasa keskeny háromszöget alkot. Tapadása hátrafelé a m. serratus ventralis fogaival, fölfelé pedig a m. serratus dorsaliséival határos. Az izomhasban víz alatt óvatos preparálással több lemez, több réteg különíthető el: a harmadik bordára térő gyengébb, de szélesebb és a külső ferde hasizom eredéséig terjed, kb. 15 mm szélességben, a negyedik bordán tapadó részlet keskenyebb, mintegy 10 mm széles, nagyjában hasonló az ötödik bordára húzódó. A 17 eset közül hétnél a m. scalenus posticus a hatodik bordára is rátért egy 3 mm széles finom inlemezzel. BRAUS a m. scalenus posticust bordai tapadó részleteinek e sajátyszerű lépcsőzetes elrendezése után nevezte el Treppenmuskelnak.

KRAUSE a házinyúl m. scalenus posticusát, mint már előbb jeleztem, a m. scalenus mediusszal cserélte fel, könyvében a m. scalenus medius leírása a m. scalenus posticusra illik rá.

A patás és húsevő háziállatok közül a kérődzőknél, a sertésnél, a kutyanál és a macskánál találni m. scalenus posticust, míg az egypatásoknál nem fejlődik ki. Az állatorvosi anatomiaiban a helyeződése után, eléggé találó módon, *musculus scalenus supracostalis*-nak nevezték el. Eredetét a 4—6. nyaki csigolya harántnyúlványainak tubercula posteriorain veszi, a marhán és a sertésen nem ritkán a harmadik nyakicsigolyáig is követhető.

A tan- és kézikönyvekben található az a leírás, mely szerint a m. scalenus posticus a húsevőkön az atlasig terjed (MARTIN, ELLENBERGER-BAUM), téves, mert a húsevők m. scalenus posticus a túlnyomórészt az ötödik nyaki csigolyán veszi eredetét, kisebb részletekkel a 4. és 6. csigolyán is, a negyedik nyaki csigolyán eredő részletei azonban nehezen különíthetők el a m. scalenus medius, még nehezebben a mm. intertransversarii rostjaitól, melyek itt erősebben fejlettek, a hengeres m. intertransversarius longusban egyesültek, ez pedig cranialisan egészen az atlasig követhető.

A m. scalenus posticus nyalábai a lapocka alá húzódva, a kérődzőknél a 2—5. borda lateralis felületén tapadnak, leg-

nagyobbrészt a negyedik bordán, míg a másodikon csak gyengébb fogakkal. Kivételesen a m. serratus ventralisszal is összenőtt. A juhnál gyengén fejlődött, halvány, vékony kötegekben mutatható ki. A sertés m. scalenus posticus a harmadik bordáig terjed. A húsevőknél a hátulsó bordatartó izom jellemző módon két részre oszlik, melyek közül a dorsalis részlet főleg a harmadik, részben a negyedik bordán is tapad, míg a ventrális részlet hosszan elterülő lapos ínas lemeze a nyolcadik, sőt a macskán a kilencedik bordáig húzódik.

A m. scalenus posticus a m. scalenus mediustól lateralisan foglal helyet, a húsevőknél a m. iliocostalis cervicist fedi, a kérődzőknél és a sertésnél a karfonat kezdetét is. A bordákra térve a lapocka alatti izmokon belül található. Tapadása a m. serratus ventralisszal szomszédos, a húsevőknél a hosszabb ventrális részlete még a külső ferde hasizom három első fogával váltakozik.

Az ember m. serratus posticus monomer izom, idege a nyolcadik, vagy éppen olyan gyakran a hetedik nyaki gerincvelőideg. A házinyúlánál minden esetben úgy a C_7 , mint a C_8 is követhető volt a m. scalenus posticusba, sőt egy esetben az első thoracalis ideg is hozzájárult a supracostalis scalenushoz. A többi emlős háziállatnál a C_5 — C_8 idegek látják el ezt az izmot.

A m. scalenus posticus az arteria cervicalis profunda és az a. transversa colli, esetleg még egy bordaközi arteria útján kap vért.

★

Az ismertettek szerint minden emlős állatnál kifejlődik a *musculus scalenus medius*, a scalenus-izomcsoportnak az a tagja, mely a kulcsontalatti arteriától dorsalisán helyeződik; mindannyinál a 3.(4.)—7. nyaki csigolya harántnyúlványának hátulsó gumóiról veszi eredetét és az első bordán tapad meg, tehát valóban *musculus scalenus primae costae*.

Az első bordán azonban, bár mélyebben, közel a bordapörchoz, a LISFRANC-féle gumón végződik ezenkívül a *musculus scalenus anticus* is, mely viszont a 3.(4.)—6.(7.) nyaki csigolya harántnyúlványainak *elülső* gumóin ered és a kulcsontalatti

arteriától ventralisan tér az első bordához. Ez a sokkal gyengébb izom az emberen és a házinyúlón rendszerint, a kérődzőkön ritkábban fejlődik ki, a többi emlős háziállatnál éppen úgy, mint sok más emlősnél is, hiányzik (találták még *Sciurus*oknál, *Hippopotamus*on, *Tragul*usoknál, több főemlősön). Tapadása az első bordára szorítkozik.

Ezekkel szemben a második és a hátrább eső bordákra tér reá a *musculus scalenus posticus*, mely a 4., 5., 6. nyaki csigolya harántnyúlványainak hátulso gumóiról veszi eredetét és különösen a carnivoráknál messze hátra terjed a bordák külső felületén, úgyhogy találón nevezhették el *musculus supracostalis*-nak is. Az equidákon ez az izom nem fejlődött ki.

Egyesek, így FORSTER, BISCHOFF és mások, a bordatartó izmoknak a HENLE-GEENBAUR-féle elv szerint, nevezetesen az arteria subclaviához való helyzetük szerint való csoportosítását nem találták megfelelőnek, hanem BISCHOFF azt ajánlotta, hogy az elnevezésnél és a homologizálásnál a bordatartó izmok tapadási viszonyait vegyék alapul, FORSTER szerint pedig a scalenus-rendszer tagjainak elkülönítésénél nem az arteria subclavia helyzete az irányadó, hanem a mellkas alakja. Míg FORSTER ellenvetései ellenére jobb, megfelelőbb osztályozást, csoportosítást nem tud ajánlani, addig a régebbi HENLE-GEENBAUR-féle eljárás a vizsgált állatfajokra nézve megfelelőnek tartható, annyiival is inkább, mert az egyes bordatartó izmok innervációjára vonatkozó vizsgálatok adatai sem szólnak ellene és a fejlődéstani vizsgálatok sem.

A bordatartó izmok csoportja az elülső testfalzat külső izomrétegének több egymásután következő hypaxon izomszelve nyéből, a bordaközi izmokéhoz hasonló myotomokból fejlődik (MAURER, BRAUS), melyek akkor, amikor a hozzájuk tartozó bordák elmaradtak, egybeolvadtak. Eredésüket bordacsőkevényeken, a nyaki csigolyák harántnyúlványain veszik. Lefutásuk emlékeztet a bordaemelő izmokra, *musculi levatores costarum*, melyek némileg hasonló módon vándoroltak a háton a gerincoszlopra. Ehhez képest azután a bordatartó izmok is, úgy, mint a bordaemelő, bordaközi izmoknak, a *musculi intercostales externi*nek, a ferde hasizmok nyaki folytatásának felelnek meg. Testvér-

izmaik még az elülső végtagoknak a törzzsel közös izmai, a vállöv izmai, melyek a nyaki bordák elmulásával mint thoracofugalis izmok a vállövre kerültek, így a musculus rhomboideus, a m. serratus ventralis, stb.; hogy ezek fejlődésüket illetőleg valóban a bordatartó izmok testvérei, arra utal beidegzésük is (a nyaki gerincevelőidegek rami ventralesei útján).

Némileg a BISCHOFF által ajánlott elven alapul a bordatartó izmoknak a veterinær-anatómiában használt elnevezése: musculus scalenus primæ costæ és m. scalenus supracostalis, mely azonban jól összeegyeztethető a HENLE-GEGENBAUR-féle megjelöléssel is. A m. scalenus anticus és m. scalenus medius az első bordán végződnek, tehát m. scalenus primæ costæ-nak felelnek meg, melyből az arteria subclaviatól ventralisan eső izom a m. scalenus anticus, míg a dorsalisan helyeződő a m. scalenus medius. Az előbbi a nyaki csigolyák harántnyúlványainak elülső gumóin, utóbbi a hátulsó gumókon ered. A m. scalenus posticus a bordákra húzódik reá, ezért jól illik reá a m. scalenus supracostalis elnevezés.

A bordatartó izmok *működése* korlátolt. Rögzített nyakcsigolyák mellett a mellkas kezdeti részére emelő hatást gyakorolnak, tehát belélekzési izmok, de a közönséges lélekzésnél még az embernél is alig működnek, inkább csak az erőltetett, mélyebb lélekzésnél, pl. sóhajtásnál, különösen pedig a dyspnoénál szerepelnek, mint a lélekzés segédizmai. A rágcsálóknál, húsevőknél és patásoknál a musculus scalenus anticus és medius respirációs funkciója az első bordapár mozdulatlansága miatt nagyon csekély (inkább csak bordatartó, nevéhez híven); nagyobb ellenben a m. scalenus posticus jelentősége, mely az elülső bordákat, különösen a carnivorákéit, előre és kifelé húzni, abdukálni képes, tehát a muscoli levatores costarumhoz hasonló bordaemelő működést fejt ki. Ellenkező irányban, a mellkas rögzítése esetén, a scalenusok összehúzódnásukkal a gerincoszlop nyaki részletét előre hajlítják, féloldali működésükkel pedig oldalt forgatják, hajlítják a nyakat.

A bordatartó izmok méretei VERESS, VIRTH és VLÁD adatai szerint: a m. scalenus medius átlagos hossza lónál 42 cm, szélessége 6.1 cm, a marhán 30, illetőleg 4.5 cm, a juhon 12.5,

illetőleg 2 cm, a sertésen 10, illetőleg 2·5 cm, a kutyán 8·5, illetőleg 2·5 cm, a macskán 11·5, illetőleg 2 cm.

A fenti adatok ezután újabb szövettani és polarisációs mikroszkopos vizsgálatokkal egészítettetnek ki, melyek célja az egyes állatfajok izmainak finomabb szerkezetében a faj, fajta, kor, nem, tápláltság, használat (igénybevétel) szerint kimutatható különbségeket megállapítani.

Összefoglalás.

1. A bordatartó izmok, *musculi scaleni*, rendszerének sokféle osztályozása között az összehasonlító anatomiában éppen úgy, mint az *anthropotomiában*, legalkalmasabbnak és legcélszerűbbnek látszik a HENLE-GEGENBAUR-féle csoportosítás, mely az *arteria subclavia* helyzetéhez viszonyítva *m. scalenus anticus* (az arteriától ventralisan), *medius* és *posticus* (az arteriától dorsalisan) különböztet meg. Az utóbbiak közül a *m. scalenus medius* a *m. scalenus anticus*hoz hasonlóan az első bordán, a *m. scalenus posticus* ellenben a másodikon és ezen túl tapad, ezért a BISCHOFF által ajánlott és a tapadási viszonyok figyelembe vételén alapuló felosztásra emlékeztető veterinar-anatomiai megjelölések: *m. scalenus primæ costæ* és *m. scalenus supracostalis* is összeegyeztethetők a HENLE-GEGENBAUR-féle csoportosítással.

2. A *musculus scalenus anticus* a házinyúlön teljesen kifejlődött. A 4--7. nyaki csigolya harántnyúlványainak *tubercula anteriora* inlemezzele ered. Mellette a *m. longus capitis* (= *m. rectus capitis ventralis major*) egy részlete, melyet KRAUSE külön izomként *m. longus atlantis*nek nevezett el, továbbá a *m. intertransversarius longus cervicis* és a *m. iliocostalis cervicis* foglal helyet; a *m. scalenus anticus* rostjai e három izommal többé-kevésbé elválaszthatatlanul összenőttek.

3. A kérődzőknél csupán az esetek egy részében fejlődik ki a *m. scalenus anticus*, a lónak, a sertésnek és a húsevőknek pedig egyáltalában nincs *m. scalenus anticus*. A kérődzőknél a vele szomszédos izmok közül külön felemlítést érdemel a *m. omohyoideus*, melynek egy részéül GURLT a *m. subclavius*t minősítette.

4. A *m. scalenus medius* valamennyi vizsgált (patás, húsevő, rágcsáló) állatnál előfordul. A 3—7. nyaki csigolya harántnyúlványainak hátulsó gumóiról tér az első bordához. KRAUSE ezt az izmot a házinyúlánál a *m. scalenus posticus*ként írta le, illetőleg ezzel cserélte föl.

5. A FORSTER által *musculus levator costæ primus* néven ismertetett izom a *m. scalenus medius*nak egy variációja, és pedig a hetedik nyaki csigolyától az első bordához térő és a plexus brachialis hátulsó gyökerei által lehasított részlete a *m. scalenus minimus*nak, mely lovon, marhán és sertésen is megkülönböztethető.

6. A *m. scalenus posticus* a 4—6. nyaki csigolya harántnyúlványainak tubercula posteriorairól a második és a hátrább eső, macskánál egészen a kilencedik borda lateralis felületére húzódik; benne több segmentalis izomlemez, myotom, különíthető el. A *m. scalenus posticus* a vizsgált esetek közül egynél sem terjedt fel az atlasig, hanem csak a vele összenőtt harántnyúlványközi izmok húzódnak odáig, melyek különösen a húsevőkön fejlődtek ki jól e helyen és a negyedik nyaki csigolyánál alig különíthetők el a *m. scalenus posticus* rostjaitól.

7. A *scalenus*-izmok a bordaközi izmokhoz hasonló myotomokból fejlődnek, e mellett lefutásuk és innervációjuk is arra utal, hogy a bordaemelő izmokhoz hasonlóan a bordaközi izmokhoz tartoznak, a külső ferde hasizom nyaki folytatásának felelnek meg. Respirációs működésük az első bordák mozdulatlan-sága miatt aránylag csekély, inkább rögzítő bordatartók, ezenkívül a nyak hajlításakor szerepelnek.

Irodalom.

1. BRAUS: Anatomie des Menschen. I. Bd. Bewegungsapparat. Berlin, 1921.
2. BÜTSCHLI: Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Berlin, 1912.
3. CHAUVEAU-ARLOING-LESBRE: Traité d'anatomie comparée. Tome I. Paris, 1903.
4. EISLER: Die Muskeln des Stammes. Jena, 1912.
5. ELLENBERGER-BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. XVI. Aufl. Berlin, 1926.

6. FORSTER: Beitrag zur Morphologie des Scalenussystems und des M. sternocostalis. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie. Bd. XIX.
7. KRAUSE: Die Anatomie des Kaninchens. II. Aufl. Leipzig, 1884.
8. LENHOSSÉK: Az ember anatómiája. Budapest, 1922.
9. MARTIN: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. I—IV. Bd. Stuttgart, 1912—1923.
10. MAUBER: Entwicklung des Muskelsystems. Jena, 1906.
11. RÓNAI: Adatok a kérődzők musculus subclaviusának ismeretéhez. Állatorvosi Lapok, 1927. 3. sz.
12. SUSSDORF: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. I. Bd. Stuttgart, 1895.
13. ZIMMERMANN: Összehasonlító anatómiai vizsgálatok a ló elülső végtagjának ujjnyújtóiról. Állattani Közlemények, XI. k., 1912.
14. Ugyanaz. Adatok a combforgató izmok összehasonlító anatómiájához. Matematikai és Természettudományi Értesítő, XLIII. k., 1926.
15. Ugyanaz. Háziállatok anatómiája. II. kiadás. Budapest, 1923.

(A M. Tud. Akad. III. osztályának 1927. évi márc. hó 14-én tartott üléséből.)

ZUR VERGLEICHENDEN ANATOMIE DER RIPPENHALTER.

Von AUGUST ZIMMERMANN k. Mitglied der Akademie.

Das System der Rippenhalter wurde sehr mannigfaltig differenziert und verschiedenartig eingeteilt, doch scheint die von SOEMMERING und MECKEL herrührende, bezw. von HENLE und GEGENBAUR festgelegte Einteilung, trotz den mehrfachen Angriffen, sowohl in der Menschenanatomie, wie auch in der vergleichenden Anatomie heute noch immer die beste und entsprechendste zu sein. Nach dieser unterscheidet man den ventral von der Arteria subclavia gelegenen Musculus scalenus anticus v. ventralis von den dorsal zur Arterie gelegenen M. scalenus medius und M. scalenus posticus v. dorsalis; von den beiden letzten zieht der M. scalenus medius so, wie der M. scalenus anticus zur ersten Rippe, der M. scalenus posticus hingegen tritt an die zweite und weitere Rippen, so dass nach der veterinär-anatomischen Nomenklatur, die diesbezüglich an den Vorschlag von BISCHOFF erinnert, der diese Muskeln nach ihrer Insertion zu benennen empfahl, der M. scalenus anticus und medius dem *M. scalenus primae costae*, der M. scalenus posticus jedoch dem *M. scalenus supracostalis* entspricht. Beide Auffassungen können somit in Einklang gebracht werden, während FORSTERS Ergebnisse, die von den Formverhältnissen des Thorax abgeleitet wurden, sich kaum zu einer besseren Einteilung und Bezeichnung der Mm. scaleni eignen.

Bei den untersuchten Säugetieren (Huftieren, Fleischfressern und Nagetieren) kann bei der Einteilung und Homologisierung des Scalenus-Systems die Lage der A. subclavia, der Ursprung und die Insertion der Muskeln, sowie die Innervation als maassgebend betrachtet werden.

Der *Musculus scalenus anticus* ist von den Haussäugetieren nur bei den Kaninchen konstant und kommt von den Tubercula anteriora der Querfortsätze des 4—7. Halswirbels. Der Muskel grenzt hier an einem Teil des M. longus capitis (M. rectus capitis ventralis major), den KRAUSE als M. longus atlantis beschrieb,

weilers an den *M. intertransversarius longus cervicis* und an den *M. iliocostalis cervicis*, mit diesen Muskeln vereinen sich teilweise die Bündeln des *M. scalenus anticus*. Bei Wiederkäuern kommt ein *M. scalenus anticus* nur inkonstant vor, er wurde bei zwei Rinder und vier Schafen nachgewiesen, während er beim Pferd, Schwein, Hund und bei der Katze vollkommen fehlt.

Der *Musculus scalenus medius* ist der einzige allen Haus-säugetieren zukommende Rippenhalter. Von den *Tubercula posteriora* der Querfortsätze des 3—7. Halswirbels zieht er zur ersten Wirbel. KRAUSE verwechselt in seiner Kaninchenanatomie diesen Muskel mit dem *M. scalenus posticus*. Auch der von FORSTER als *M. levator costæ primus* beschriebene Muskel gehört zum *M. scalenus medius*, und zwar entspricht er dem von der siebenten Halswirbel kommenden Abschnitt des Muskels, der von den letzten Wurzeln des Achselgeflechts von den übrigen Muskelanteil abgesprengt wird und als *M. scalenus minimus Albini* auch beim Pferd, bei Wiederkäuern und beim Schwein zu unterscheiden ist.

Der *Musculus scalenus posticus* tritt von den *Tubercula posteriora* der Querfortsätze des 4—6. Halswirbels auf die zweite und nachfolgende Rippen, bei der Katze sogar bis auf die neunte; er stellt einen mehrteiligen, segmentierten Muskel dar. In keinem der untersuchten Fälle reichte er bis zum Atlas hinauf, nur die mit ihm bei den 4. Halswirbelquerfortsatz verwachsene Zwischenquermuskeln treten so weit voran.

Die Rippenhalter entstehen aus den Zwischenrippenmuskeln ähnlichen Muskelanlagen, Myotomen; ihr Verlauf und ihre Innervation deutet auch dahin, dass sie ebenso, wie die Rippenheber, *Musculi levatores costarum*, den Zwischenrippenmuskeln angehören, als eine Fortsetzung der schiefen Bauchmuskeln an den Hals gedeutet werden können. Ihre respiratorische Funktion ist wegen der Unbeweglichkeit der ersten Rippen offenbar eine sehr geringe; bei festgestellten Brustkorb wirken sie als Seitwärtsbieger der Halswirbelsäule, sie sind im übrigen stark im Festhalten des Halses.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. März 1927.)

A KÉTLAKI ÉS EGYLAKI NÖVÉNYEK VIRÁGPORSZEME.

GREGUSS PÁL-tól.

A szaporodó szervek megoszlása tekintetében a magvas növények között három főtypust különböztetünk meg, úgymint a *kétlaki*, *egylaki* és *himnős virágú* növényt. Minthogy a kétlakiság, egylakiság és a himnős állapot egy-egy növényfajra jellemző, azért nem lehet pusztá véletlenség, hogy az egyik növény magjából mindig csak himnős, a másikkól egylaki, a harmadikból pedig kétlaki egyedek fejlődnek. Ennek bizonyára mélyreható oka van, amely ok morfológiai székhelyét a modern biológia az ivari sejtek felszerelésében, morfológiai differenciáltságában és a megtermékenyítésben keresi. A külső tényezők kizárólagos hatását e tekintetben nem fogadja el, mert hiszen alig képzelhető, hogy a nemiség determinálását, tehát az egész szervezetet a legjobban érintő élettani jelenséget a természet teljesen a véletlen játékára bízta volna annyival is inkább, mert a többi, így a faji és egyéni sajátságok is mind a legszigorúbb örökléstani törvények szerint öröklődnek.

Hogy a nemek determinálásában valóban az ivari sejtek morfológiai különbségének, különösen pedig a hímesírasejt chromosoma felszerelésének van a legjelentősebb szerepe, ezt számos kísérlettel igazolták. Igen érdekesek e tekintetben főleg az állatországban észlelt ama kísérleti megfigyelések, amelyekről az tűnt ki, hogy a nem meghatározásához egyszer a him, máskor a nőnemű egyének termelnek kétféle ivarsejteket. És ez a dimorfizmus nemcsak a chromosomák számában és eloszlásában, hanem az ivarsejtek külső morfológiájában is megnyilvánul. Így például

SEYLER¹ vizsgálataiból tudjuk, hogy egyes lepkék petéi dimorphok, amely különbség a nemek determinációjánál annyira fontos chromosomák számában és nagyságában is kifejezésre jut. Más állatoknál viszont, főleg az *Arthropoda*-nál, a him ivarsejtek chromatin dimorphizmusát mutatták ki. Hasonló eredményt állapítottak meg például a házityúknál, gyöngytyúknál, tengeri malacnál, fehér egérnél, sőt GUYER szerint az embernél is.² Különösen pontosan ismerjük az *Anasa tristis*, *Protenor bellus* és a *Lygacus turcicus* spermiumainak chromatin dimorfizmusát.

A növénytan körében szintén találkozunk olyan megfigyelésekkel, amelyek szerint hol az egyik, hol a másik nemet mutatták ki heterogametásnak, bár olyan adataink is vannak, hogy egyes kétlaki növényeknél az ivari chromosomát nem sikerült mindig megállapítani. Így CORRENS³ klasszikus kísérletei alapján a him *Bryonia dioica*-t heterogametásnak tartja, jölehet ennek sejtteni igazolása MEURMAN-nak⁴ nem sikerült. Megtalálta azonban M. az ivari chromosomát a *Melandrium*, *Valeriana dioica*, *Vallisneria*, sőt valószínű az *Urtica dioica*-nál is. Ivari chromosomákat állapított meg HIRATA⁵ némely kenderfajtában, úgyszintén NODA⁶ a kétlaki Rumexekben. Örökléstani vizsgálatai alapján NEMEC⁷ a *Populus pyramidalis*, MAC FEE⁸ pedig a ♂ kendert heterogametásnak tartja. Sőt legújabban, így BRINK,⁹

¹ SEYLER I.: Das Verhalten der Geschlechtschromosomen bei Lepidopteren (Zool. Anz. XI.).

² KÖRNYEY ISTVÁN: A nem átöröklése. (Term. tud. közl. 1921. 12. 1.)

³ CORRENS C.: Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes. 1907.

⁴ MEURMAN O.: The chromosome behaviour of some dioicous plants and their relatives with special reference to the sex chromosomes (Soc. Scient. Fenn. Comment Biol. 1925.).

⁵ HIRATA: (Journ. Soc. Agricult. and Forestry 1924.)

⁶ NODA K.: Über die Chromosomen von Rumex sculatus (Jap. Journ. Bot. 1926. 3. 21—24.).

⁷ NEMEC B.: Über die Nachkommen einer weiblichen Pyramidenpappel (Studia. Mendelina. Brün, 1923.).

⁸ MAC FEE H. C.: The genetics of sex in hemp (Journ. of Agric. Research. 1925.).

⁹ BRINK, R. A. AND MAC GILLIVRAY I. H.: Segregation for the waxy

MAC GILLIVRAY és DEMEREC¹ a hybridekben a szülők kétféle virágporaszemét is megállapították. Mindezek mellett, ha a régebbi bűvárok (MENDEL, STRASBURGER) idevonatkozó nézeteit és megfigyeléseit is mérlegeljük, akkor nagyon valószínűvé válik az a feltevés, hogy a kétlaki növények ivari dimorphizmusa az ivarsejtek chromosomáinak számában, sőt azok morphológiájában is kifejezésre jut.

Ilyen előzmények után fogtam hozzá a két- és egylaki növények virágporaszemének a vizsgálatához. A következő feltevésből indultam ki. Ha a váltivarú állatok némelyikénél külsőleg, morphológiailag is megkülönböztethető kétféle petesejt, illetőleg másoknál kétféle spermium fejlődik, amely dimorphizmusnak a nemek determinációjában igen jelentős szerepük van, akkor per analogiam feltételezhető, hogy a kétlaki növények is nemcsak kétféle genotípusú, de kétféle phänotípusú ivarsejteket termelnek.

A virágporaszemek fiziológiai kétféleségét CORRENS kísérlettel is igazolta; a külső dimorphizmust azonban nem vizsgálta, de mások sem kutatták. Hasonlóan nem vizsgálták a petesejtek dimorphizmusát sem. Ennek oka részben abban keresendő, mert a petesejtnak ilyen értelemben való vizsgálata igen körülményes, szinte lehetetlen. A kérdés megvilágítását tehát más irányban kellett megkísérelni. Ez könnyebben is megy, mert a virágporaszemek külső morphológiai vizsgálata nem ütközik akkora akadályokba.

A virágporaszemek esetleges dimorphizmusának megállapítására a biometrikai módszer kínálkozik a legalkalmasabbnak, mert ha egy populációban mérhető dimorphizmus van, e módszer segítségével az kimutatható.

Különösen JOHANNSEN, BAUR, GOLDSCHMIDT és LANG ennek az iskolának legjelesebb képviselői, akik a biometrika szabályait igen fontos örökléstani problémák megfejtésére is alkalmazzák.

A kétlaki növények virágporaszemének vizsgálatánál én is ehhez a módszerhez folyamodtam. Vizsgálataimhoz az anyagot

character in Maize pollen and differential development of the male Gametophyte. (Amer. Journ. of Bot. 1924.)

¹ DEMEREC M.: A case of pollen dimorphism in Maize. (Ibidem.)

mindig friss állapotban szereztem be. Minden egyednek csakis a teljesen érett és a portokokból könnyen kihulló virágpor-szemeit vizsgáltam meg. Ezzel azt akartam elérni, hogy a populációba lehetőleg teljesen kifejtett és érett porszemek jussanak, amivel a látszólagos dimorphizmust akartam elkerülni.

Némely virágporszem, ha sokáig a levegőn van, például a 3—4 óra hosszat tartó mérés alatt egy kissé összezsugorodik, deformálódik, így rendes alakja és nagysága szárazon kevésbé tanulmányozható. Éppen ezért a porszemeket nem is szárazon, hanem folyadékban vizsgáltam meg, illetőleg preparatumokat készíttettem belőlük.

A vizsgálat vízben szinte lehetetlenség, mert némely virágporszem, ha vízzel érintkezik, azonnal megduzzad, majd fölreped, a tartalom az exineből hirtelen kipattan; ilyen állapotban a mikroszkopos mérésük sem lenne egészen reális. A glicerin vagy a híg formalin sem kielégítő, mert például a *Taxus baccata* pollenje még ebben is megduzzad, illetőleg felreped. Csupán a tömény formalin az, amelyben a virágpor-szemek tartósan eltehetők. De még ez az anyag sem teljesen alkalmas, mert például némely virágpor-szemet hosszas állás után megtámad (*Pulmonaria*), a virágpor helyén pedig az inulin-kristályokhoz hasonló kristálytömeg marad vissza. Általában azt tapasztaltam, hogy főleg az entomophil pollenek olajos felületén a formalin hatására apró kristálykák keletkeznek. A formalin nagy előnye azonban az, hogy a friss porszemeket azonnal fixálja.

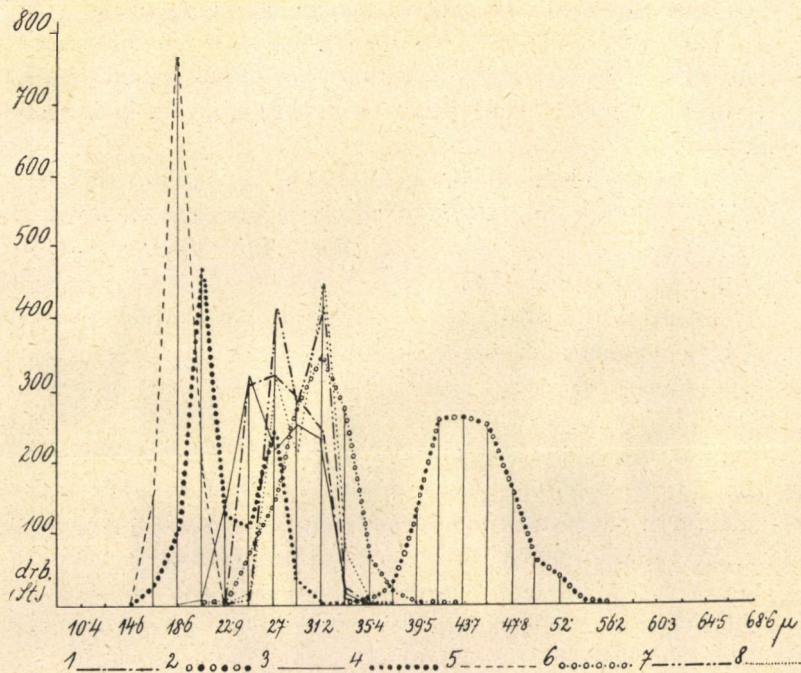
Minden virágporszem-populációból több mint ezer porszemet mértem meg, hogy a közöttük levő biometrikai törvényszerűségeket megállapíthassam. Huszonkilenc növénynek több mint 33,000 porszemét vizsgáltam meg. A vizsgálatokat mozgatható tárgyasztallal végeztem, nehogy ugyanazt a porszemet kétszer is megmérjem. A nyert adatokat azután μ klasszis-variansokba osztottam. Az így nyert eredményeket az I. és II. táblázatban összeállítottam és megszerkesztettem belőlük minden egyes virágpor-szemnek a variációs görbéjét, amelyekből már igen értékes eredményeket olvashatunk ki.

I. sz. táblázat.

Név	M i k r o n																												össze- sen
	10·4	12·5	14·6	16·6	18·6	20·8	22·9	25	27	29·1	31·2	33·3	35·4	37·4	39·5	41·6	43·7	45·8	47·8	49·9	52	54·1	56·2	58·3	60·4	62·4			
Gingko biloba	—	—	—	—	—	—	12	305	317	288	240	32	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1195	
Ephedra distachia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7	33	125	258	261	255	160	61	43	4	5	—	—	—	—	1213	
Taxus baccata	—	—	—	—	1	16	150	313	218	248	226	28	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1202	
Salix babylonica	—	—	1	32	108	475	122	109	249	35	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1139	
Salix caprea	—	—	6	167	768	203	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1146	
Populus alba	—	—	—	—	—	2	1	68	142	275	359	274	69	18	4	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1217	
Populus nigra	—	—	—	—	—	—	1	15	419	285	423	16	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1161	
Populus pyramidalis	—	—	—	—	—	1	4	27	318	221	430	82	9	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1097	
Populus tremula	—	—	—	—	2	10	98	317	220	318	115	18	5	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1106	
Morus alba	—	—	2	371	232	522	43	6	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1181	
Broussonetia papyrifera	12	607	604	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1234	
Humulus lupulus	—	—	—	—	1	132	402	260	311	53	10	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1172	
Cannabis sativa	—	—	—	—	—	43	511	526	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1112	
Urtica dioica	—	373	504	297	14	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1190	
Mercurialis annua	—	—	—	—	7	587	606	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1202	
Melandrium album	—	—	—	—	—	—	—	1	3	5	93	34	67	185	184	574	62	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1212	
Vallisneria spiralis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	88	48	89	99	278...	1076		
Összesen	12	980	1117	878	1133	1993	1952	1949	2233	1729	1903	489	160	245	314	835	323	258	162	61	45	92	53	89	99	278...	19855		
o/o { excl. az entomophil Ephedra, Melandrium Vallisneria, Salix bab. és caprea	82% ↓ 18%																												
A variációs távolságok felezési vonala.																													

Az I. sz. táblázat és az 1a és 1b sz. görbék 17 kétlaki növény virágporszemének variációs görbáját tüntetik föl. (A különböző virágporszemek görbéi más és más vonallal vannak jelölve, hogy a rajz áttekinthetőbb legyen.)

A görbék tüzetesebb vizsgálatából, illetőleg a nekik megfelelő táblázatból kitűnik, hogy közöttük három, illetőleg négy



1a. sz. Kétlaki növények virágporszemének variációs görbéi.

(L. a táblázatot.)

eltérő típust lehet megkülönböztetni. Az első típusba tartozók variációs távolsága aránylag elég nagy. Legjellemzőbb sajátosságuk azonban, hogy két csúcsuk van. A biometrika szabályai szerint a kétescsűs görbe a kettős phänotípus kifejezője. Ilyen, határozottan kétescsűs variációs görbéje van a *Taxus* (3), *Salix babylonica* (4), *Populus pyramidalis* (8), *P. nigra* (7), *P. tremula* (9), *Morus alba* (10), *Humulus lupulus* (12), *Melandrium album* (16) és a *Vallisneria spiralis* (17) virágporszemének.

A második típusnál ez a kettős phænotípus nem ilyen feltűnő, amennyiben ezek az úgynevezett mélycsúcsú görbék csak sejtetik, hogy abban a populációban esetleg kevert phænotípus van. Ilyen görbéje van az *Ephedra* (2), *Gingko* (1) és valószínűleg az *Urtica dioica* (14) virágporszemeinek is.

A harmadik csoport variációs görbéi azért érdekesek, mert ezek variációs távolsága igen kicsiny, a görbe azonban az előbbihez hasonlóan bizonyos tekintetben laposnak mondható. A különbség csupán az, hogy a kettős phænotípus itt még jobban rejtve van, mivel a két típus között az átmenet igen csekély mértékű.

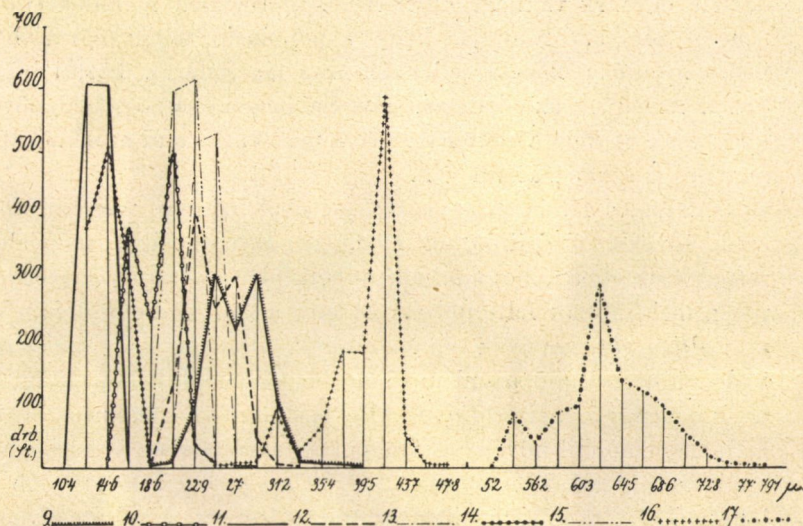
A kettős phænotípust azonban itt is sejteni lehet. Ilyen variációs görbéje főleg az igen apró virágporaszemeknek van, így a *Broussonetia papyrifera* (11), *Mercurialis annua* (15) és a *Cannabis sativa*-nak (13).

A negyedik csoport variációs görbéje tipikusan egycsúcsú, tehát a biometrika szabályai szerint az egyedek között kettős phænotípus nincs. Ez a görbe a populáció egységes jellegét fejezi ki. Ilyen görbéje van a *Salix caprea* (5) és a *Populus alba*-nak (6). Különösen feltűnő, hogy a *Salix caprea* virágporaszem variációs görbéje határozottan egycsúcsú, míg közeli rokonának, a *S. babylonica*-nak igen élesen eltérő kettős phænotípusa van. Az állatországból vett analógiák alapján az is lehetséges, hogy a *S. caprea* nőpéldánya a heterogametás, vagyis a hím-példány csak egyféle virágporaszemet termel. Ugyanez mondható a *Populus albá*-ra is, amelynél szintén csak egytípusú virágporaszemet találunk. A *P. albá*-nál figyelembe veendő a nagy variációs távolság (20–46 μ) is.

A biometrikai szabályok figyelembevételével a fenti összeállításból és a görbékből tehát az olvasható ki, hogy a megvizsgált kétlaki növények legtöbbször virágporaszemei között egy kisebb és egy nagyobb típust lehet megkülönböztetni. És ez bizonyára nem véletlenség. Az állatországból vett analógiák és megfigyelések alapján ez az eredmény nagyon is valószínű. Természetesen nem lehet figyelmen kívül hagyni azt a lehetőséget sem, hogy esetleg hybridegyedeket vizsgáltam meg és csak a hybridéknek lenne kétféle virágporaszemük, amint ezt egy

kukorica-hybrid¹ pollenvizsgálataiból tudjuk. Valószínűtlennek látszik azonban ez az ellenvetés, mert akkor a megvizsgált egyedeknek ca 90 %-a hybrid lenne. Sokkal valószínűbb ennél az, hogy a kétlaki növények virágporszem-dimorphizmusát mélyreható okok determinálják.

A táblázatból még más érdekes dolgot is kiolvashatunk. Feltűnő például, hogy a *Populus pyramidalis* és a *P. nigra* virágporszemei majdnem teljesen egyenlők, ami nagyon is való-



1b. sz. Kétlaki növények virágporszemeinek variációs görbéi.
(L. a táblázatot.)

színűvé teszi azt a feltevést, hogy a *Populus pyramidalis* nem más, mint a *P. nigra* mutációs alakja. Érdekes továbbá az is, hogy az *Ephedra*-nak, *Melandrium*-nak és a *Vallisneria*-nak a többi kétlaki növénytől eltérően aránylag nagy virágporszemük van. Ez azonban a virág ökológiájával van szoros kapcsolatban. Az *E. torpedó*alakú és csavart virágporszemének az integumentumok között hosszú utat kell megtenniök, míg a pollen-

¹ DEMEREC M.: A case of pollen dimorphism in Maize. (Amer. Journ. of Bot. 1924.)

kamrába jutnak. A súlyuk is tekintélyes, úgyhogy a pollenek a súlyuknál fogva sülyednek le a fölfelé álló pollenkamra folyadékába, amelynek fajsúlya a virág porszeménél jóval kisebb. A fenyőknél ez megfordítva van.¹

A II. sz. táblázat, illetőleg a neki megfelelő 2. sz. variációs görbe sorozat 12 egylaki növény virágporszemének nagyságát tünteti föl. A görbék legjellemzőbb sajátága, hogy csak egy-csúcsúak, vagyis minden egyed virágporszem populációjában csak egyféle egyedek vannak. Egyik-másik görbe igen meredek (*Castanea*), ami azt mutatja, hogy a populáció tagjai egymáshoz igen hasonlóak; másoké ellenben elég tág határok között ingadozik. A lényeg azonban az, hogy a megvizsgált egylaki növények csak egyféle virágporszemet fejlesztenek, ami az elmélettel is teljes összhangzásban van.

Az I. és II. táblázat egybevetéséből szintén igen érdekes eredményeket állapíthatunk meg. Mindkét táblázat nagyjából megegyezik abban, hogy mindkettőben főleg *anemophil*-növények porszemai vannak feltüntetve. Kivétel a *Salix*, *Melandrium* és a *Vallisneria*, amelyek entomophilek, illetőleg a *Vallisneria* hydrophil. Feltűnő azonban, hogy az *anemophil* kétlaki növények virágporszemai általában kisebbek, mint az egylakiaké. Míg a kétlaki *anemophil*-növények virágporszemai általában 10–40 μ -ak, addig az egylakiak nagysága 20–50 μ , sőt ennél jóval több is lehet (*Larix* 90 μ). Még határozottabb lesz ez a különbség, ha a kettő egymáshoz való viszonyát %-okban fejezzük ki. Ezt úgy érjük el, ha az összes klasszisokban levő variánsok variációs távolságát (10·4–62·4 μ) két csoportba osztjuk és azokat egymással összehasonlítjuk. Az összehasonlításból kitűnik, hogy a megvizsgált *anemophil* kétlaki porszemeknek 82%-a kisebb, mint 33·3 μ , míg az egylakiakéinak csak 45%-a. Érdekes jelenség az is, hogy az egylaki porszemek nagysága 21 μ -nál kezdődik (kivétel a *Castanea*), addig a kétlaki növények közül ennél kisebb virágporszeme már nyolc növénynek (50%) van. Az összeállításnak tehát második eredménye, hogy az *anemophil* kétlaki

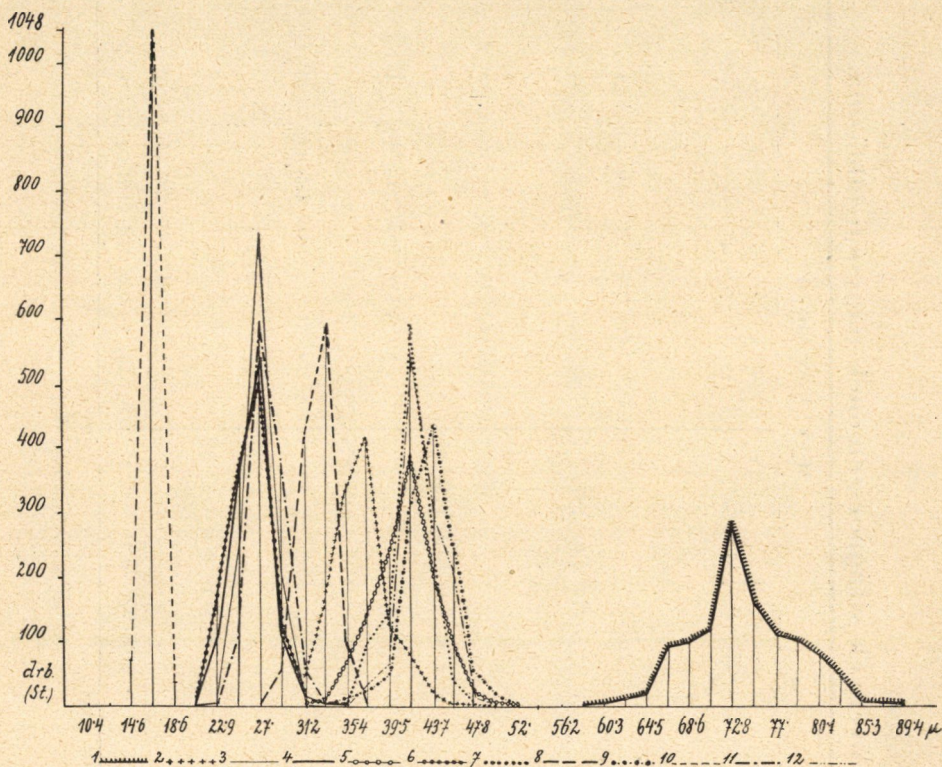
¹ KNUTH P.: Handbuch der Blütenbiologie. III. 1–42. old.

II. sz. táblázat. Az egylaki növények virágporszemének nagysági táblázata.

Név	M i k r o n																												össze- sen
	10·4	12·5	14·6	16·6	18·6	20·8	22·9	25	27	29·1	31·2	33·3	35·4	37·5	39·5	41·6	43·7	45·8	47·8	49·9	52	54·1	56·2	58·3	60·4	62·4 μ			
Larix europaea _ _ _	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	18...	1158	
Juglans regia _ _ _	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	160	333	417	132	79	10	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1182	
Corylus avellana _ _ _	—	—	—	—	—	1	7	226	730	197	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1169	
Alnus glutinosa _ _ _	—	—	—	—	—	9	111	356	540	111	23	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1153	
Carpinus betulus _ _ _	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	10	66	142	245	394	206	105	17	8	2	—	—	—	—	—	—	1199	
Betula alba _ _ _ _	—	—	—	—	—	8	178	360	510	115	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1198	
Fagus silvatica _ _ _	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	94	151	585	239	45	7	1	—	—	—	—	—	—	—	1130	
Quercus robur _ _ _	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	60	424	573	94	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1159	
Quercus cerris _ _ _	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9	31	71	316	433	258	33	26	1	—	—	—	—	—	1179	
Castanea sativa _ _ _	—	—	79	1048	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1158	
Sparganium ram. _ _ _	—	—	—	—	—	—	6	114	593	375	59	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1153	
Carex sp. _ _ _ _ _	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	33	61	561	293	215	17	2	—	—	—	—	—	—	—	1187	
Összesen _ _ _ _	—	—	79	1048	31	18	302	1056	2380	858	589	750	519	718	660	1935	1181	627	75	38	3	—	—	2	5	18...	14025		
0/0	A variációs távolságok felezési vonala.																												

növényeknek általában kisebb porszemek vannak, mint az egylaki anemophileknek.

Még érdekesebbé válik ez az eredmény, ha ezeket a nagyság-számokat a hímnősvirágú és entomophil virágporszemekkel hasonlítjuk össze. Az összehasonlításból kitűnik, hogy entomophil



2. sz. Az egylaki növények virágporszemének variációs görbéje.

(L. a táblázatot.)

hímnős virágoknak még az egylaki anemophileknél is nagyobb pollenjük van. Minthogy az entomophil-virágok fejlődéstörténetileg fiatalabbak, mint az anemophilek, úgylátszik, hogy az entomophilia felleptével a porszemek is nagyobbakká váltak.

Ugyancsak itt jegyezhető meg az is, hogy az entomophil-virágoknak általában hosszú bibeszáluk van, míg az anemophi-

leké rövid, sőt gyakran hiányzik is. A hosszú bibeszálakon át csakis hosszú pollentömlő juthat le egész a magkezdeményekig, hosszú pollentömlőt pedig a nagyobb virágporszem inkább fejleszthet. Úgy látszik, hogy a hosszú bibeszálak következménye — vagy megfordítva is mondhatjuk — hogy az entomophil-porszemek általában nagyobbak. (*Melandrium* stb.) Vagyis a pollen nagyságát illetően a kétlaki növényektől a himnös-virágúakig lassú átmenetet találunk. A pollenek ökológiája legalább is ezt látszik igazolni.

Nem hagyható figyelmen kívül az az érdekes jelenség sem, hogy az egylaki növények között igen gyakran találkozunk a himnös (androgyn) állapottal is (*Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Quercus*, *Castanea*),¹ amely már az entomophil-virágok általános tulajdonsága. Az is lehetséges, hogy ezek a fák most vannak abban az állapotban, hogy himnősekké váljanak. Ezt a fel fogást támogatja sok virágbiológusnak az a megfigyelése, hogy ezeket a növényeket a rovarok és méhek sűrűn látogatják.

A kétlaki növények apró virágporszemeit ökológiai szempontból könnyű megérteni. A kétlaki növények virágporszemének ugyanis feltétlenül egy távolabb levő nőpéldányra kell jutni. A szállítást rendesen a szél közvetíti. Ebben az esetben nagy előny az, ha a virágporszem kicsiny, símafelületű, gömbalakú és száraz. A könnyű és száraz virágporszemek a szelek szárnyán messzebbre juthatnak, mint a nehezebbek, vagyis a kétlakiaké távolabbra, mint az egylakiaké. Az egylakiakéinak nem kell mindig oly messzire eljutniok, mert szükség esetén ugyanarra a fa termőire is ráeshetnek és így a geitonogamia megtörténhet. Más kérdés az, hogy az egylaki növények (auto-)geitonogamiájából egészséges utódok fejlődnek-e vagy sem. Ezt természetesen csakis kísérlettel lehet eldönteni.

Összefoglalva a mondottakat, megállapíthatjuk, hogy a megvizsgált kétlaki növények általában kétféle phaeotípusú virágporszemeket, míg az egylakiak csak egyféle polleneket termelnek. Ez azonban nem jelenti már azt, hogy a kétlaki növények virágporszemének ez a dimorphizmusa egyszersmind a kettős

¹ KNUTH P.: Handbuch der Blütenbiologie. II. 2. 390. lap.

genotípust is jelentené. Ilyen messzemenő következtetést ebből az eredményből megállapítani nem lehet, mert örökléstani és fiziológiai kérdéseket csakis kísérlettel szabad végérvényesen eldönteni. A fenti eredmény mindenesetre jó útmutatást nyújt arra, hogy a kísérleteket ebben az irányban érdemes folytatni.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1926. évi dec. 6-án tartott üléséből.)

DIE POLLEN DER DIÖCISCHEN UND MONÖCISCHEN PFLANZEN.

Von PAUL GREGUSS.

Das Problem der Geschlechtsdetermination ist neuerdings eine lebhaftete Discussionssache der Biologen. Nach der Meinung einiger Forscher spielen hier die äusseren Faktoren eine wichtige Rolle, hingegen suchen andere die morphologische Ursache der diesbezüglichen Erscheinungen mehr in der Ausrüstung der Geschlechtszellen und in der Befruchtung.

Dass in der Geschlechtsdetermination die morphologische Verschiedenheit der Geschlechtszellen, besonders die Chromosoma-Ausrüstung der männlichen Geschlechtszellen eine bedeutende Rolle spielt, wurde neuerdings mit mehreren Versuchen bestätigt. In dieser Hinsicht sind sehr interessant jene Beobachtungen, aus denen hervorgeht, dass einmal das männliche, ein andersmal das weibliche Individuum zweierlei Geschlechtszellen erzeugt. Dieser Dimorphismus äussert sich nicht nur in der Zahl und Verteilung der Chromosomen, sondern auch in ihrer äusseren Morphologie. So wissen wir aus SEYLER's Untersuchungen, dass die Eier einiger Schmetterlinge dimorph sind. Dagegen hat man bei anderen Tieren, besonders bei den Arthropoden und einigen Vertebraten (Hahn, weisse Maus, Mensch etc.) den Chromatin-Dimorphismus der männlichen Geschlechtszellen nachgewiesen.

Auch im Pflanzenreich finden wir ähnliche Beobachtungen. Bei einigen diöcischen Pflanzen wurde festgestellt, dass einzelne männliche Individuen oft heterogametisch sind, z. B. *Melandrium*, *Valeriana dioica*, *Vallisneria*, *Urtica dioica*, *Cannabis* etc.

Deshalb liegt der Gedanke nahe, ob dieser heterogametische

Zustand, dieser Chromosom-Dimorphismus nicht auch äusserlich, an den Geschlechtszellen wahrnehmbar sei. Verfasser versuchte diese Frage näher zu untersuchen. Er nahm Folgendes an: Wenn sich bei einigen Tieren zweierlei, auch äusserlich, morphologisch unterscheidbare Eier resp. Spermien entwickeln, so kann man per analogiam annehmen, dass auch die diöcischen Pflanzen nicht nur genotypisch, sondern auch phänotypisch zweierlei Geschlechtszellen erzeugen.

Verfasser wollte in erster Linie einen eventuellen Dimorphismus der Pollen der diöcischen Pflanzen feststellen. Dazu verwendete er die biometrische Methode, weil ein messbarer Dimorphismus einer Population mit dieser Methode nachweisbar ist.

Verfasser untersuchte die Pollen immer im frischen Zustand und in concentrirtem Formol. Um aus den Pollengrössen auf eine biometrische Gesetzmässigkeit schliessen zu können, mass er von jeder Pollen-Population mehr als 1000 reife Pollen. Er untersuchte mehr als 33,000 Pollen von 29 Pflanzen. Die so gewonnenen Resultate teilte er in μ Klassen-Varianten, aus diesen konstruirte er dann die dem ungarischen Text beigegeführten 2 Tabellen und 3 Variationskurven.

Die Tabelle Nr. I. und die Kurven Nr. 1_a und 1_b stellen die Variationskurve der Pollen-Grösse von 17 diöcischen Pflanzen dar. Die Kurven der verschiedenen Pollen sind mit verschiedenen Linien bezeichnet. Wenn man die einzelnen Kurven und die Tabelle näher betrachtet, so kann man dreierlei Typen unterscheiden. Die Kurve des ersten Typus ist charakterisch zweigipfelig. Nach der Regel der Biometrik drückt die zweigipfelige Kurve den zweierlei Phänotypus aus. Solche unzweifelhaft zweigipfelige Kurve haben die Pollen von *Taxus* (Nr. 3), *Salix babylonica* (Nr. 4), *Populus pyramydalis* (Nr. 8), *P. nigra* (Nr. 7), *P. tremula* (Nr. 9), *Morus alba* (Nr. 10), *Humulus lupulus* (Nr. 12), *Melandrium album* (Nr. 16), und *Vallisneria spiralis* (Nr. 17).

Bei dem zweiten Typus ist dieser zweierlei Phänotypus nicht so auffallend; diese sogenannten tiefgipfeligen Kurven lassen nur ahnen, dass in dieser Population eventuell gemischte Phänotypen sind. Solche Kurven haben die Pollen von *Ephedra distachya*

(Nr. 2), *Gingko biloba* (Nr. 1), *Broussonetia papyrifera* (Nr. 11), *Mercurialis annua* (Nr. 15), *Cannabis sativa* (Nr. 13), und wahrscheinlich *Urtica dioica* (Nr. 14) auch.

Die Variationskurve der dritten Gruppe ist typisch eingipfelig. Nach dem Gesetz der Biometrik kommen in diesen Populationen keine zweierlei Phänotypen vor. Solche Variationskurve haben nur die Pollen von *Salix caprea* (Nr. 5) und *Populus alba* (Nr. 6).

Nach den, in Tierreich schon festgestellten Analogien folgert der Verfasser, dass bei diesen zwei diöcischen Pflanzen die weiblichen Individuen wahrscheinlich heterogametisch sind.

Die Tabelle Nr. II. und die entsprechenden Kurven Nr. 2 zeigen die Variationskurve der Pollengrösse der 12 monöcischen Pflanzen. Alle Kurven sind typisch eingipfelig, was auch darauf deutet, dass in jeder Population nur einerlei Individuen sind, dies steht auch mit der diesbezüglichen Theorie im völligstem Einklang.

Aus der Vergleichung der Tabelle Nr. I. und II. stellte der Verf. noch ein interessantes Resultat fest. Beide Tabellen beziehen sich auf Pollen von anemophilen Blüten (Ausnahme: *Salix*, *Melandrium*, *Vallisneria*, *Ephedra*). Es ist sehr auffallend, dass die Pollen der diöcischen und anemophilen Blüten kleiner sind, als die der entomophil monöcischen. Während die Pollengrösse der untersuchten monöcischen Pflanzen im Allgemeinen nur bei 21μ beginnt (einzige Ausnahme *Castanea*), haben acht der untersuchten diöcischen Pflanzen kleinere Pollen als 21μ .

Noch prägnanter wird dieser Unterschied, wenn wir das Verhältnis in Prozenten (%) ausdrücken. Aus der Vergleichung ist ersichtlich, dass 82% Pollen der untersuchten diöcischen anemophil Pflanzen und nur 45% der monöcischen kleiner sind als 33μ . (Hälfte der Variationsweite.)

Mit dieser Erscheinung steht wahrscheinlich auch jene Beobachtung im Zusammenhang, dass bei einigen monöcischen Pflanzen gelegentlich auch androgyne Blüten zu finden sind. Der Verfasser hält es für möglich, dass diese Pflanzen (*Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Quercus*, *Castanea*) jetzt in dem Entwicklungs-Zustande sind zwitterig zu werden. Diese Annahme

unterstützen auch jene Beobachtungen, dass diese Pflanzen von Insekten besonders stark besucht werden.

Als Endresultat der Untersuchungen stellt der Verfasser fest, dass die diöcischen Pflanzen im Allgemeinen zweierlei und zwar kleinere Pollen entwickeln, während die monöcische Pflanzen nur einerlei und grössere Pollen erzeugen. Daraus folgt aber noch nicht, dass dieser Pollen-Dimorphismus der diöcischen Pflanzen auch auf zweierlei Genotypen schliessen lässt. Aus dem obigen Resultat lassen sich so weitgehende Schlüsse nicht ziehen, weil Vererbungs- und physiologische Probleme endgültig nur durch Versuche entschieden werden können.

Das obige Resultat weist jedenfalls darauf, dass es sich lohnt, die Untersuchungen fortzusetzen.

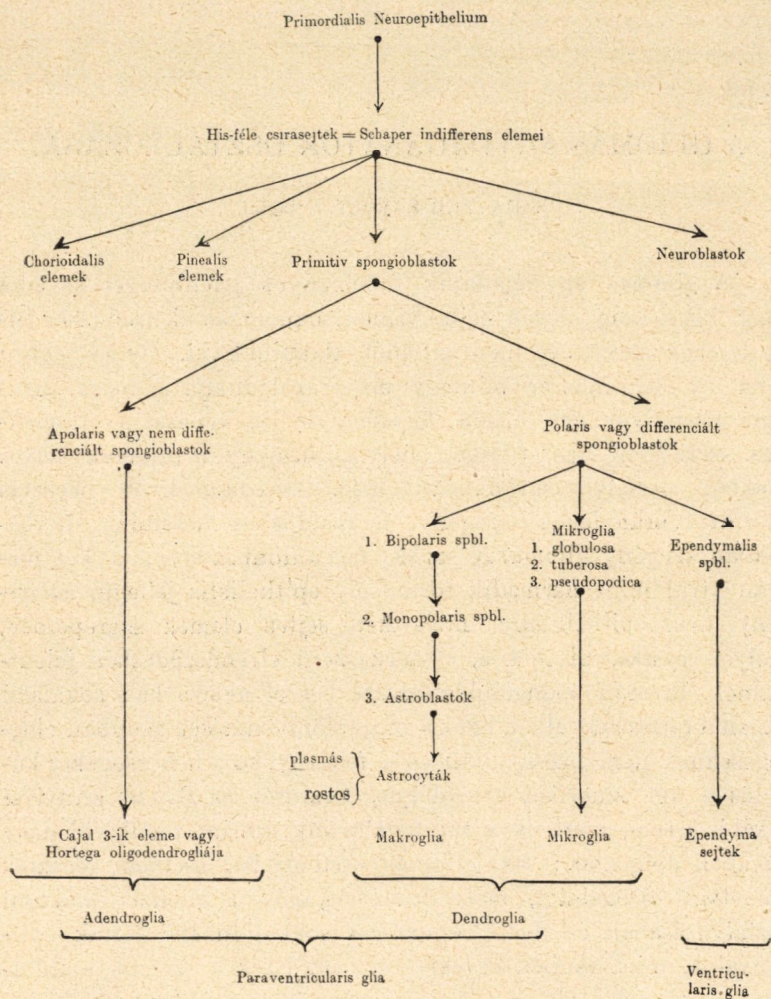
(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 6. Dezember 1926.)

A GLIOMÁS AGYDAGANATOK OSZTÁLYOZÁSA.

SCHAFFER KÁROLY r. tagtól.

A gliomás agydaganatok tudományos jelentőségét az adja meg, hogy nem idegen sejtanyagból, hanem az idegrendszer felépítésében résztvevő neurogliából alakulnak ki. Ily esetekben tehát az idegrendszer mintegy maga szolgáltatja a kóros anyagot. Ezenkívül egy másik figyelemreméltó vonása a gliomának szerkezeti sokszerűsége, mely körülmény a gliomák helyes alaktani osztályozását nehezíti meg. Az eddig divott beosztás szerint 1. aránylag sejtszegény, de rostdús és 2. sejtdús, de rostokban szegény gliomákat szokás megkülönböztetni; e két formán kívül mint harmadik forma oly epithelialis jellegű, az ébrényi neuroepitheliumra emlékeztető sejtes elemek szerepelnek, melyek cystás, alveoláris, csatornaszerű elrendeződésben jelentkeznek. RIBBERT spongioblastomáról beszél akkor, ha a sokalakú daganat rozettákat alkot. Ezek a megkülönböztetések azonban elégségeseknek nem bizonyultak és a feltornyosuló nehézségeket különösen két amerikai neurológus, CUSHING és BAILEY annyival inkább érezte, mert ők a mi fogalmaink szerint rendkívül nagy anyagon dolgoztak: 400 gliomás esetből 167 esetben végeztek szövettani vizsgálatot, mely óriási anyagon a gliomák alaktani osztályozásában érezhető nehézségek sokkal inkább voltak nyilvánvalók, mint csupán egy-két esetben. Ezek a szerzők ajánlották osztályozási elv gyanánt a gliaszövet fejlődéstanát és így egyrészt a kifejlődésnek egyes stádiumai, másrészt a gliaszövet egyes alakjai szerint támpontokat nyertek a gliomák osztályozására.

A magam részéről a fejlődéstan adta osztályozási elvet elfogadva, a gliaszövet kialakulását a következő táblázatban mutatom be, mely a neuroglia felől táplált saját felfogásomat is visszatükrözteti.



Ehhez a táblázathoz a következő magyarázatot kell fűznöm.

A központi idegrendszer alkotóelemei közül az ektodermás elemek, vagyis a neuronális és neurogliás elemek a kezdetleges és a kp. üregeket kibélelő hámból (neuroepithelium) olyképpen alakulnak ki, hogy az epitheliás elemek mitosis útján történő szaporodásában létrejönnek a His-féle csirasejtek, melyeket SCHAPER közömbös elemeknek nevezett el. Ezek mint nagytetű

sejtek az epithel-sejtek közé ékelődve, magoszlás útján mindjobban elszaporodnak és belőlük differenciálás alapján az ideg-sejtek és gliasejtek kezdetleges formái, a neuroblastok és spongioblastok (valamint a choroidális és pineális kezdetleges elemek) keletkeznek. Bennünket most csupán a spongioblastok mint a gliaszövet ébrényi formája érdekelvén, ezeknek további sorsát fogjuk figyelemmel kísérni.

A spongioblastok eredetileg nyujtvány nélküli elemek és ezek a további kifejlődés folyamán már most vagy protoplasma-nyujtványokat kezdenek magukból kibocsájtani, vagy megtartják eredeti kerek, nyujtvány nélküli protoplasmájukat. Előállanak tehát egyrészt differenciált, másrészt nem differenciált spongioblastok. Az utóbbiak képviselik a véglegesen kifejlődött idegrendszerben az úgynevezett nyujtvány nélküli, vagy *apoláris gliát*, míg a differenciált spongioblastok az átalakulásoknak egy során esnek át, melyeknek egyes fázisai a bipoláris, majd unipoláris spongioblast, később az astroblast, utóbbi alatt értvén olyan spongioblastot, melynek sejttestéből több kezdetleges protoplasmacsipkén kívül egy erőteljes dendritanyujtvány indul ki, mely jellegzetesen valamely érfalhoz tapad. Már most azért, hogy a protoplasma-csipkék mindjobban nyúlnak és elágazodnak, létrejön végezetül a nyujtványos, vagyis *poláris gliának* ama végleges formája, mely mint sugaras sokdendritás glia, az *astrocyta* (LENHOSSÉK) elnevezést nyerte el és ez mint ilyen a CAJAL-féle *makroglia* képviselője. Nyilván ugyanezekből a kezdetleges gliasejtekből, vagyis spongioblastokból kell levezetnünk a makrogliahoz képest sokkal gyengébb fejlettségű, igen finom megjelenésű *mikroglia*t (HORTEGA), melynek fejlődéstanilag éretlen alakjait HORTEGA leírásából ismerjük. E szerint a mikroglia legkezdetlegesebb formája szintén gömbszerű: *mikroglia globulosa*; egyes protoplasmadudorok képződése által előáll a *mikroglia tuberosa*, mely további fejlettebb kialakulásában a *mikroglia pseudopodica*. Utóbbi esetben, durva nyujtványai megfinomodván, a végleges, érett mikroglia képébe megy át. A makro- és mikroglia együttesen az úgynevezett *poláris gliának* képviselői. Megjegyzendő, hogy kezdetleges spongioblastokból származik a kezdetleges, majd pedig a véglegesen kialakult idegrendszer kp. üregeit kibélelő úgynevezett

ependymahám, mely kezdetleges formában mint *ependymális* csirasejtek, végleges formájában mint *ependymasejtek* jelentkeznek. A nyujtványos glia (makro-mikroglia) az úgynevezett *dendroglia*t teszi ki, szemben az apoláris elemek által képviselt *adendroglia*val. A gliának egy másik megkülönböztetése még térbeli elhelyezkedése alapján is meg ejthető; a kp. üregeket kibélelő glia az úgynevezett *ventricularis glia*, mellyel szemben áll a kp. idegállományban elszéledő glia mint *paraventricularis glia*.

A normális fejlődéstani viszonyokat feltüntető táblázat alapján megérthető, hogy a *véglegesen kifejlődött glia* elemeiből három félesége a gliomának alakulhat ki: 1. Ha az *ependyma* elemeinek túlbujánzásából jő létre az agyvelő-daganat, akkor azt *ependymomának* nevezzük; 2. ha a *dendroglia*nak kóros szaporodásából keletkezik a daganat, akkor a *dendroglia* áll elő, mely lehet *makroglia* vagy *astrocytoma* és lehet *mikroglia* a szerint, hogy a makro- vagy mikroglia elemei szolgáltatják a daganat szövettani elemeit; 3. ha végül az *adendroglia* elemeiből épül fel a daganat, akkor előáll az *adendroglia* vagy *oligodendroglia* (HORTEGA).

De megeshetik, hogy a glioma a *fejlődésben levő gliából*, a spongioblastoknak megfelelő elemekből tevődik össze, amikor is a *spongioblastoma* névvel kell illetnünk a daganatos képződést. A spongioblastoma különböző érettségi fokai szerint CUSHING és BAILEY által megkülönböztetett formák: 1. *Spongioblastoma multipolare*, 2. *Spongioblastoma unipolare*, 3. *Astroblastoma*, mely utóbbinak lehet egy protoplasmás és egy rostos alakja.

Ezekből a megkülönböztetésekből nyilvánvaló, hogy a glioma kialakulhat a teljesen megérett és a még éretlen glia elemeiből, más szóval eugenés és hypogenés elemekből. Az eu- és hypogenés glioma a rendesen megalapozott, vagyis rendes szerkezetű glia származékait képviseli. Ezzel szemben lehetnek gliomák, melyekben a tapasztalás szerint hibásan kifejlődött, tehát rendellenes szerkezetű glia-, vagyis dysgenés elemek is fordulhatnak elő. Ki kell azonban emelnünk, hogy tisztára dysgenés elemek alkotta körülírt daganatszerű képződések nem felelnek meg a valódi daganat (tumor) fogalmának és nyomatékkal utalunk arra, hogy a túlnyomóan, illetőleg kizárólag dysgenés elemek alkotta

képződés a sklerosis tuberosa és pseudosklerosis fogalmának felel meg; e képződések nem valódi tumorok, mely utóbbiak a szertelen és határtalan növekedés által jellemzett képződmények. Itt helyénvalónak tartom az E. SCHWALBE-féle megkülönböztetést a daganatok formális kiképződése tekintetében felemlíteni, mely szerint 1. *hyperplastogenes* és 2. *dysontogenes blastomák* választandók szét egymástól; előbbiekhöz az eu-hypogenes gliaelemekből kialakult gliomák mint valódi daganatos képződmények, az utóbbiakhoz a dysgenes gliából való sklerosis tuberosa és pseudosklerosis mint torzképződmények tartoznak.

A legnagyobb általánosságban a neuroglia kóros viszonyok között kétféleképpen reagálhat. 1. *Typusos módon*, amidőn a neuroglia a megbetegedett és széteső idegelemeket részben apoláros elemeivel a nyirokhézagokba hordva, *eltakarító műveletet* végez; részben a poláris glia elemeinek szaporodásával és elrostosodásával a kiesett, hiányzó idegszövet helyét kipótolja, mintegy kifoltozza *gliasklerosis* útján. Typusos gliareactio gyanánt ismerem fel elsőnek a gliaelváltozásnak azt a formáját, mely abban áll, hogy a neuroglia ugyanazon kóros behatás (noxa) alapján betegszik meg mint az idegszövet, amint azt például többek között a bénulásos elmezavarnál (paralysis progressiva) látjuk, ahol nem csupán az idegsejtes, hanem a gliasejtes elemek is kórosan elváltoznak és pedig egyidejűleg és egyformán, amivel e kétfajta elem kóros elváltozásainak azonossága igazolva van. Ezeket az elváltozásokat neveztem a *glia sajátos elváltozásainak*. 2. A glia kóros viszonyok között *atypusos módon* viselkedhetik, jelesen valódi daganat és áldaganat képződése formájában. Az előbbihez tartozik a glioma, az utóbbihoz a hibás fejlődéstani alapon nyugvó torzképződésű glia, mint a sklerosis tuberosa.

Visszatérve a gliomához és áttekintve az ezt kitevő alakelemeket, úgy látjuk, hogy ezekre nézve mint determináló tényezők szerepelnek: 1. A *neuroglia érési foka*. 2. A *neuroglia ébrényi megalapozása*. Az érési fokra való tekintettel beszélhetünk eugenés és hypogenés elemekről, melyek mint ilyenek gliomákat alkothatnak. A neuroglia ébrényi megalapozása tekintetében lehetnek hibásan fejlett gliasejtek, vagyis dysontogenés gliasejtek alkotta

kóros képződések; utóbbiak a sklerosis tuberosát alkotják. A disontogenes gliasejtek rendellenes alakiségaikkal élénken tűnnek fel. Mindenekelőtt kiválnak a normális mag-protoplasma-relatio megzavarása révén, ami annyit jelent, hogy a sejtest és mag közötti arány kórosan eltolódott; ez abból tűnik ki, hogy a bár megnagyobbodott sejtestben 6—8 mag foglal helyet, vagyis tömegileg a magvak vannak túlsúlyban. Ezenkívül rendellenes magformák tűnnek fel, vagyis óriási magvak, melyek lehetnek hypo-, illetőleg hyperchromatikusak, avagy többszörösen lebeny-zettek, sokszorosan befűződöttek.

Lássuk már most a gliomáknak a neuroglia fejlődéstani viszonyaiból levonható formáit, illetőleg, hogy azokat a tényleges kórszövet-tani leletek mennyiben igazolják. Saját tíz esetemnek vizsgálata alapján mondhatom, hogy vannak az ependymomának, a spongioblastomának, az astrocytomának, az adendrogliomának megfelelő alakok, melyek tehát az ependyma elemeiből, a spongioblastokat, astrocytákat, az adendrogliaát utánzó elemekből épültek fel. Ezek között a normális gliát utánzó elemek között azonban helyel-közzel voltak olyan gliasejtek felismerhetők, melyek mint rendellenesen kifejlett sejtek, úgynevezett torzképződésű — teratológiai — jelenség gyanánt voltak felismerhetők; olyan gliasejtek ezek, melyek a sklerosis tuberosa sejtjei és az ALZHEIMER-féle gliasejtek neve alatt ismereteseek és így a hibás kialakulás termékei velenemzett kóros alapon. Ezek a dysgenes elemek azok, melyek, ha nagy számmal, illetőleg mint egyedüli alakelemek jelentkeznek, úgy a sklerosis tuberosának, illetőleg a pseudosklerosisnak nevezett kóros képződményt teszik ki, melyek közül főleg az első alkothat ugyan körülírt helyi megnagyobbodásokat, göbös képleteket, de ezek nincsenek a daganat elemeinek határtalan növekedési képességével felruházva. Nevezetesen a sklerosis tuberosa szokott úgynevezett ventricularis göbök formájában mutatkozni, de ezek sohasem alkotnak helyettesítő, az ép szövetet erősen nyomó és félretoló, valóságos daganatokat; ezek csakis daganatszerű képletek.

Ezek alapján a kóros gliaszaporodásnak két rendjével találkozhatunk. Először vannak valódi daganatos képződések — blastomák —, melyek vagy eu-, illetőleg hypogenes elemekből tevődnek



össze; azután vannak daganatszerű képződések, melyek dysontogenes elemekből alakulnak ki és mint teratológiai képződmények az öröklésileg terhelt és elfajulási jelek által kiváló idegrendszerben fordulnak elő. E. SCHWALBE nyomán megkülönböztetünk hyperplastogenes és dysontogenes újképződményeket; az előbbiekhez tartozik a glioma, az utóbbiakhoz a sklerosis tuberosa. Már most bár lehetnek a gliomának oly esetei, melyek tisztára eu-, illetőleg hypogenes elemekből alakulnak ki, de azért nem ritka dolog, hogy dysgenes elemek is jelentkezhetnek a daganatban, de csekély számmal és elszórtan. Úgy látszik tehát, hogy a glia részéről a blastomás elváltozás az ébrényi torzképződést nem zárja ki teljesen; mindazonáltal kiemelendő, hogy e kétféle gliosztatypia tiszta formájában nem csupán alaktanilag, hanem biológiailag is különbözik, mert hiszen a blastomát a határtalan növekedési hajlam elkülöníti a sokkal korlátozottabb növekedési képességgel bíró sklerosis tuberosától. Abban az esetben, amikor a gliás képződmény elemei keverednek, vagyis blastomásak és dysontogenesek, akkor mindig «a potiori» kell a képződményt meghatároznunk, vagyis azoknak az elemeknek alapján, melyek túlsúlyban vannak.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1927 február 14-én tartott üléséből.)

ZUR EINTEILUNG DER GLIOMATÖSEN HIRNGESCHWÜLSTEN.

Von KARL SCHAFFER o. Mitglied der Akademie.

CUSHING und BAILEY empfahlen als Grundlage der Klassifikation für die morphologisch äusserst variablen Gliomen die Histogenese der Glia. Verfasser nimmt dieses Prinzip der Einteilung an, wobei er sich auf teils eigene Auffassung der Glia-entwicklung bezieht. Aus dem primordialen Neuroepithel entstehen die His'schen Keimzellen bzw. die SCHAPER'schen indifferenten Elemente, aus welchen 1. die Neuroblasten, 2. die Spongio-
blasten, 3. die Pinealelemente, 4. die Choroidalelemente werden. Aus den *primitiven Spongioblasten* entstehen: a) die *nicht-differenzierten* oder *apolaren Spongioblasten* und b) die *differenzierten* oder *polaren Spongioblasten*. Aus *ersteren* rekrutiert sich CAJALS *drittes Element* oder *Hortegas Oligodendroglia* (POLLAKS Bereitschaftszellen), Elemente, welche im normalen Gewebe ruhende, im pathologischen aber aktivierte s. g. Transport-Elemente werden; aus *letzteren* entwickeln sich: 1. *ependymale Spongioblasten*, 2. *makroglöse Spongioblasten* oder *Astrocyten*, 3. *mikroglöse Spongioblasten* oder *Hortegas Mikroglia*. Die *Oligodendroglia* ist die *Adendroglia*; Makroglia + Mikroglia ist die *Dendroglia*; beide bilden die *paraventrikuläre Glia* im Gegensatz zur *ventrikulären Glia* d. h. zu den Ependymzellen.

Auf Grund dieser Normalverhältnisse mag dann *als Geschwulst* entstehen: 1. ein *Adendrogliom*; 2. ein *Dendrogliom* als *Makrogliom* oder *Astrocytom* (ein *Mikrogliom* ist zu postulieren); 3. ein *Ependynom*. Freilich vermag sich das Gliom auch aus *unreifen* Gliaelementen ausbilden: *Spongioblastom*

bzw. *Astroblastom*. — Verfasser verweist darauf, dass sich aus teratologischen Gliaelementen auch *geschwulstähnliche* Gebilde entwickeln können: die *tuberöse Sklerose* bzw. die *Pseudo-sklerose*. Hier wäre die E. SCHWALBE'sche Unterscheidung zu befolgen: 1. *hyperplastogene* und 2. *dysontogene Blastome*; zu ersteren gehören die aus eugenetischen (ausgereiften) bzw. hypogenetischen (unreifen) normalen Gliaelementen aufgebauten echten Gliome, zu letzteren die tuberöse Sklerose, zusammengesetzt aus dysgenetischen, abnormen Gliaelementen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften den 14. Februar 1927.)

VIZSGALATOK A PAPRIKA FESTÉKÉRŐL.

ZECHMEISTER LÁSZLÓ- és CHOLNOKY LÁSZLÓ-tól.

(A pécsi egyetem kémiai intézetében készült dolgozat.)

Míg a levélzöld, valamint számos virág- és gyümölcsfesték vegyi szerkezete, legalább nagy vonásokban, tisztázódott, addig a paprika (*Capsicum annum* L.) érésekor szemünk előtt kifejlődő festék felderítése még hátra van, bár e 400 év óta használt gyógy- és fűszernövény közismert jellegét a szép «*capsicum-vörös*» adja meg. A festőanyag színerős, a növényben külső hatásoknak jól ellenáll, maga a drog pedig könnyen beszerezhető. Különös oknak kell tehát fennforognia, mely a probléma megoldását eddig késleltette.

Szinte önkéntelenül rámutat erre az okra a paprika egyik első vizsgálója, BRACONNOT,¹ több mint százéves értekezésében. BRACONNOT elsősorban a növény élesízü anyagának leválasztására törekedett, de a lehetőség szerint felsorolja a paprika egyéb alkotórészeit is. Összeállításában szerepel egy «*matière circuse unie à un principe colorant rouge*». Jelképe lehetne ez a sor a capsicum-vörös százados történetének, mert a festékleválasztás legfőbb akadályára céloz.

A paprika-pericarpium zsír-, illetőleg viasztartalma ugyanis makacsul kíséri a festéket a legkülönbözőbb műveleteknél; vele együtt csapódik ki vagy megy oldatba és amorph, gyakran olajos jelleget ad a készítménynek. Így érthető, hogy az utolsó évtizedek organikus-kémiai előretörése nem oldotta meg a

¹ H. BRACONNOT: Ann. de chim. et de phys. 1817. 6 k. 122. l.

paprika-vörös rejtélyét, amiben az is közrejátszott, hogy gyakran túlerélyes eszközöket alkalmaztak a kísérletekben, noha szerves vegyületek sokkal bomlékonyabbak lehetnek *in vitro*, mint a sejttel védelme alatt.

STROHMER² és mások ismételt vizsgálatai után is hiába kerestünk adatot a paprikafestékről, pl. HAGER elterjedt kézikönyvében.³ WEHMER összefoglaló munkája 1911-ben is csak ennyit mond: «Die Frucht . . . enthält harziges Capsicumrot».⁴ A festék és gyanta közti ilyen kapcsolat azonban a valóságban nem létezik.

Közelebb járnak az igazsághoz azok a szerzők, akik a *carotin*-nal hozzák összefüggésbe a capsicum-vöröst. Számos irodalmi adat alapján állapítja meg pl. ZÖRNIG: «Der Farbstoff Capsicumrot ist dem Carotin sehr nahe verwandt.»⁵ A tiszta festék vizsgálatára ugyan ez a vélemény sem támaszkodhatik, hanem csak minőleges reakciókra. Ismeretes, hogy a carotin sárga oldatai tömény kénsavval sötétkék színeződést adnak és hogy hasonlóan viselkedik a paprikagyümölcs ætheres, alkoholos vagy acetonos kivonata is.⁶

Amióta WILLSTÄTTER úttörő kísérleteket végzett a carotincsoportban,⁷ gyakran bukkannak carotinoidokra az állati és a növényi szervezet tanulmányozásakor. Ámde e téren is főleg quali-

² F. STROHMER: Chemisches Zentralbl. 1884, 577. l.

³ HAGERS Handb. der pharmazeutischen Praxis. (1910.)

⁴ C. WEHMER: Die Pflanzenstoffe, 686—7. l. (1911.)

⁵ H. ZÖRNIG: Arzneidrogen, I. 194. l. (1909.) — V. ö. F. PABST: Zur chemischen Kenntnis der Früchte von Capsicum annuum. Diss. Erlangen. (1892.) — F. G. KOHL így ír: «Ich habe auch den Farbstoff der Capsicum annuum-Frucht untersucht und kann zwischen ihm und dem Carotin von Daucus keinen Unterschied finden.» (Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze. Leipzig. 1902., 42. l.)

⁶ V. ö. pl. BUJARD—BAIERS Hilfsbuch für Nahrungsmittelchemiker, 275. l. (1920.)

⁷ R. WILLSTÄTTER és W. MIEG: Annalen der Chem. 355. k. 1. l. (1906); R. WILLSTÄTTER és H. H. ESCHER: Zeitschr. f. physiol. Chem. 64. k. 47. l. (1910); H. H. ESCHER: Ugyanott, 83. k. 198. l. (1913); R. WILLSTÄTTER és H. J. PAGE: Annalen der Chem. 404. k. 237. l. (1914); R. WILLSTÄTTER és A. SROLL: Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin. 1913.

tativ reakciók, színkép-mérések és mikrokémiai megfigyelések játszanak szerepet.⁸

A felsorolt irányokkal szemben azt a feladatot tűztük magunk elé, hogy a paprika festőanyagát kivonjuk, tulajdonságainak tanulmányozása végett *vegytiszta* állapotban előállítjuk és elemezzük. Mivel pedig amorph anyagok kémiai egységességét, mai ismereteink szerint, biztosan ellenőrizni nem lehet, a festék *kristályosítására* kellett törekednünk. Mindehhez kiterjedt előtanulmányokra volt szükség, a drog viselkedését illetően.

A nyersanyag.

A mindennapos életből ismert paprika haragosvörös színe nem jellemzi a tiszta capsicum-festéket, hanem zsíros-olajos anyagok színélénkítő hatásán alapul. Az árubeli paprikába rendszerint beleőrlik a magházat és a magvakat is, amelyek élesízűek, olajdúsak, azonban vörös festéket nem tartalmaznak. E körülmény alkalmatlanná tette a kereskedelmi árut vizsgálataink céljaira és megfelelő kiindulási anyag előkészítésére ösztönzött.

Minden egyes paprikacsőből kivágtuk a festékmentes részeket és csupán a megmaradt, 35°-nál óvatosan szárított *pericarpium-szeleteket* őrltük meg. Az így nyert durva por tompán barnásvörös, sokkal kevésbé élénkszerű, mint a közönséges paprika. De míg egy vásárolt drog petrolætheres percolatuma (amely az egész festéket tartalmazta) az áru 7%-ának megfelelő száraz maradékot hagyott, addig a pericarpium-paprika hasonlóan készült kivonatában, ugyanazon festékmennyiség mellett, csupán 2—4% száraz anyagot találtunk. A festék és nemfesték közti arány kedvezően tolódott el, már a nyersanyag helyes megválasztásakor.

A kísérleteknél a paprika *minőségét* is tekintetbe kellett vennünk, minthogy a capsicum-vörös mennyisége erősen inga-

⁸ H. MOLISCH: Mikrochemie der Pflanze. Jena. 1923. — O. TUNMANN: Pflanzenmikrochemie. 1913. — A szétszórt mikrokémiai irodalom részletes felsorolását itt mellőzhetjük.

dozik a növényben. A nyersanyag *megbírálása* végett, annak kisebb próbáját (esetleg vizes-methylalkoholos előextractio után) hideg petrolætherrel vonjuk ki és megállapítjuk az egész oldott anyag, valamint külön a festék mennyiségét a folyadéokban, az utóbbit kolorimetriás méréssel. Standard-oldatul bármilyen, megfelelő színárnyalatú folyadék használható. Mi 0.2%-os káliumbichromatot alkalmaztunk, mert ez, WILLSTÄTTER-nek más téren végzett vizsgálatai szerint, meghatározott erősségű carotin-oldattal színegyenértékű.⁹ Így a (csupán összehasonlításra szánt) végeredményeket carotin-mennyiségekben fejezzük ki. E (látszólagos) carotin-mennyiség és az egész száraz anyagtartalom hányadosa adja az illető oldat *faktorát*, amely tehát annál nagyobb, minél több szintelen anyagtól sikerült a festéket megszabadítani. A tiszta carotin faktora 1 lenne.

A magmentes paprikapróbák *minőségbeli ingadozása* szembe-ötlő a következő adatokból:

Sorszám	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Látszólagos									
carotin (%)	1.3	1.3	1.8	1.9	1.7	1.7	2.2	2.2	2.5
Faktor	0.65	0.34	0.78	0.61	0.74	0.55	0.82	0.90	1.2

Összehasonlításul szolgálhat, hogy egy kereskedésbeli paprika faktora csupán 0.25 volt. Ott tehát 1.5—5-ször rosszabb az arány a színes és szintelen alkatrész között, mint a kimagozott gyümölcs kivonatában.

A közölt számok szerint, a pericarpium-örlemények is nagyon különböző értékűek lehetnek. 1925 őszén, főleg a Dunántúlról származó paprikák között találtunk festékben szegényebeket, míg az alföldiek, Szeged környékéről, elsőrangú nyersanyagnak bizonyultak.

Kivonás.

Tekintettel a festék esetleges hőérzékenységre, a kivonás csak hideg úton történhetett. A capsicum-vörös vízben oldhatatlan,

⁹ R. WILLSTÄTTER: Die Blattfarbstoffe. Handb. der biol. Arbeitsmethoden, Abt. I., Teil 11. (1924.)

számos organikus oldószer azonban könnyen felveszi és eltávolítja a drogból. Hideg percolatiónál æther, petrolæther vagy szénkéneg kivonja a paprika egész festékét. Hasonlóan viselkedik erős alkohol vagy acetón is. 80%-os borszeszbe vagy acetónba már csak lassan és tökéletlenül megy át a festőanyag a pericarpium-porból, amelyen ennél is hígabb oldószerek szintelenül csepegnek keresztül.

Az utóbbi körülmény præparatív jelentősége kézenfekvő, amennyiben a drogon áthaladt, csekély festéktartalmú oldatokban aránylag nagymennyiségű anyag van. Ilyen *előextractióval* tehát már a festék kivonása előtt eltávolítható a paprikából a szintelen termékek legnagyobb része, mint az alábbi kísérletünkből is kitűnik.

20 gr szegedi paprika-pericarpium folytatólagos kivonása, 100—100 ccm hideg oldószerral:

- I. előextr. 60%-os acetonnal oldódott 31 %, faktor = 0
(a folyadék szintelen).
- II. előextr. 75%-os acetonnal oldódott 9 %, faktor = 0
(a folyadék szintelen).
- III. előextr. 80%-os acetonnal: oldódott 3 %, faktor = 0.03
(a folyadék gyengén színes).
- IV. előextr. 95%-os acetonnal: oldódott 2.5 %, faktor = 0.04
(a folyadék gyengén színes).
- Főextractio petrolætherrel: oldódott 2 %, faktor = 0.95
(a folyadék erősen színes).
- Főextractio szénkéneggel (párhuz. kis.) 2.7 %. faktor = 0.60
(a folyadék erősen színes).

Itt tehát több, mint 45%-a oldatba ment a drognak, míg a festék rögzítve maradt a növénytörzsben.

Az oldószerek hatásának tanulmányozása mégsem volt egyszerű feladat, mert több kísérletsorozatban nemcsak azt kellett kipróbálni, hogy milyen kezelés vezet színerős, tehát magas faktorú készítményhez, hanem a tisztátalanság jellemére is ügyelni kellett. Nem egyszer megtörtént, hogy két hasonló faktorú oldat közül az egyik könnyen, a másik alig volt tovább feldolgozható.

A festőanyag fokozatos elkülönítése.

Átcsapási módszerek segélyével a paprikafestéket lépésről lépésre el lehet választani a kísérő anyagoktól. Idevágó eljárásaink egyikét az alábbi kísérlet mutatja be.

6 kg pericarpiumot, tíz részletben, átráztunk, majd egy napig állni hagytuk részletenkint 2—2 liter 60%-os acetonnal. A leszívott és kipréselt drogot összesen 1 liter 95%-os methylalkohollal gyúrtuk át és újból kisajtottuk. Az ilykép kettős elő-extractióval tisztított paprikából a nyers kivonat előállítására *percolatióval* történt. 2—2 kg anyagra petrolæthert rétegezvén, a kioldást úgy szabályoztuk, hogy óránként 0.1—0.2 liter folyadék csepegjen (2 kg-on) keresztül. A kezdetben lefolyó sötétvörös oldatot szénsavval töltött üvegben félretettük, míg a később összegyülemlett, gyengébben színezett percolatum a következő drog-részlet kivonására szolgált, s i. t.

Az egyesített oldatokat kétszer átráztuk $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ tf. 90%-os methylalkohollal, amelyet elhanyagoltunk. Most a vizes kimosással faszesz-tartalmától megfosztott és nátriumszulfáttal szárított folyadék besűrítése következett, aminek ritkított CO_2 -légkörben, legfeljebb 35° -nál kell történnie. A hig szirupból 6 tf. *absolut alkohol* óvatos hozzáadására sötétvörös olaj vált ki, amely a jégsekreányben éjjelen át szilárd lett, erősebb lehűtésre pedig megszaporodott.

A leírt petrolæther-alkoholos átcsapást még *négyszer megismételtük*, azzal az eredménnyel, hogy a festék jelentékeny része az anyalúgban marad ugyan, a többi azonban nagyon megtisztult. A negyedik átcsapástól kezdve, a borszesz becsurgatása után átinnenetileg sem látni olajat, hanem szép, sötétvörös, szemcsés termék úszik a folyadékban. Ilykép 20 gr ötször átcsapott, jól szűrhető, viaszkeménységű festékkészítményt nyertünk, 1.8—1.9 faktossal. A szénsavas légkörben megszáritott anyag 2 l petrolætherben majdnem teljesen oldódott, a szűrt és vacuumban 200 ccm-re besűrített folyadékból pedig 1.8 l vízmentes borszesz 11 gr 2.1-es faktorú terméket csapott ki.

E műveletek folyamán lassankint, de szemmel láthatóan elmaradoztak a zsíros és viaszos vegyületek, miáltal *az anyag*

jellege lényegesen megváltozott. Minden átesapásnál több és több petrolætherre volt szükség, ami annyit jelent, hogy a készítmény oldhatósága állandóan csökkent. Nem azért vonható ki tehát a capsicum-vörös oly könnyen a drogból, mintha a tiszta festék oldhatósága nagy lenne, hanem azért, mert erősen zsírtartalmú petrolætherben bőségesebben oldódik, mint zsírmentesben.

A festék viselkedésében beállt változás érdekesen mutatkozik *szénkénes* közegben is. A zsírokat és olajokat játszva oldó széndiszulfid gyorsan kivonja ugyan a festéket a paprikából, azonban csapadékot sok alkohollal sem ad a folyadék.

A tisztított készítmény éppen ellenkezőleg viselkedik, itt volt tehát az ideje annak, hogy ezt az oldószert is kísérleteink körébe vonjuk.

E célból az anyag oldatát (160 ccm CS_2 -ben) 350—400 ccm abs. alkohollal elegyítettük és a kivált, festékben szegény (0.7 faktorú) frakcióról leszűrtük. Az anyalúgban, — 18° -on, 1.2 liter szesz hozzáadása után, 4.5 gr igen szép termék ülepedett le. (Faktor: 3.0.) Nevezetes sajáttsága, hogy mikroszkop alatt *kristályos szerkezetet* mutat és pedig bogáncsokba tömörült tükből áll, amelyek közt csak itt-ott látható piros olajcseppecske. Nem ragad, nem viaszállományú. Nitrogen- és hamumentes. Összetétele: 74.6% C, 10.2% H, 15.2% O.

Kísérletünk leírásához számos hasonlót csatolhatnánk, azonban már ez az egy is megmutatja:

1. hogy a capsicum-vörös nem gyantaszerű, hanem kristályos anyag és csupán kísérleti nehézségek miatt mutatkozott eddig amorfnak;

2. hogy a festék nem lehet carotin, helyesebben, *nem lehet csupán carotin*, mert az utóbbinál sokkal színerősebb.

Egyéb, e dolgozat keretén részben kívül eső vizsgálatok szerint 3. a paprikában *legalább két festőanyagnak* kell lennie. A mikroszkopi kép feltűnő változatosságán kívül megfigyeltük ugyanis, hogy nem mindig halad párhuzamosan a faktor és a kristályosodási képesség növekvése. Bizonyos színgyengébb készítmények jól kristályosodtak, míg más, magasabb faktorú frakciók csak további tisztításra kezdték felvenni a kristályos alakot.

A gyűjtött tapasztalatok alapján következett volna az anyagok teljes megtisztítása. A rendelkezésre álló mennyiségek kicsinyisége és csekély, de makacs zsirtartalma miatt még nem látszott azonban e kérdés döntésre érettnnek. Azért, közbevetőleg, egy más praeparativ gondolat megvalósításába fogtunk és pedig a zsíros *mellékanyagok kémiai eltávolítása* útján törekedtünk kiszabadítani a festéket a paprikakivonat bonyolult anyagalmazából. Ez az út egyenesen célhoz vezetett.

Az érett paprika főfestékének közvetlen leválasztása.

Az eljárás alapelve, hogy a nyers vagy alig tisztított kivonatot *húleg metylalkoholos kálival* kezeljük, a zsíros és viaszos anyagok elszappanosítása végett. Legcélszerűbb petrolætheres percolatumból kiindulni. Ilyenkor néhány órán belül leválik és kedvező kísérleti körülmények betartásával könnyen kinyerhető a paprika szép főfestéke, mely a «capsanthin» nevet kapta. Már a nyerstermék kristályokból áll. Érdekes, hogy a capsanthin többé nem oldható fel petrolætherben. Látni ebből is, mennyire elfátyolozza a zsirtartalom a capsicum-vörös oldhatósági viszonyait.

Az új festék élesen különbözik a petrolætherben aránylag elég jól oldható carotintól, ami támogatja azt a megállapításunkat, hogy a capsicum-vörös nem azonos e szénhidrogennel. Kísérleteink szerint a paprikában több festék van, de ezek közül a drog élénk színéért elsősorban az igen színerős capsanthin felelős. Egy vagy több, e dolgozatban még nem tárgyalt mellékfesték csupán alárendelt szerepet játszik a színezést illetőleg. Közöttük persze lehetnek carotinoidok.

A capsanthin leválasztásánál követett elv nem áll analogia nélkül. Így a növényi mikrokémiában használatos MOLISCH¹⁰ módszere a carotinoidok mikroszkopi kimutatására. MOLISCH vizes-borszeszes lúggal kezeli a tárgylemezre vitt metszeteket és pozitív reakció esetén sárga kristályokat lát, amelyek kénsavval jellemzően színeződnek. MOLISCH botanikai adatai azonban alig

¹⁰ MOLISCH: l. c. 253. l. — V. Ö. KOHL: l. c. 56. l.

hoztak præparatív eredményeket. Szerepelt a növényi viaszok lúgos hydrolysisé WILLSTÄTTER ¹¹ chlorophyll-vizsgálatainál, ahol sikerült a carotint és xanthophyllt a levélzöldből elkülöníteni és azok alkali-állandóságát is bebizonyítani.

A paprikánál csak *különleges kísérleti viszonyok* adnak jó eredményt. Ha ugyanis a lúgozás túlságosan rövid, az elszappanosodás nem fejeződik be s a festék kikristályosodása elmarad. Viszont, hosszabb ideig tartó rázásnál, a lúgba vándorol a capsanthin, ott esetleg megváltozik és a kísérlet számára mindig elvész. Helyesnek bizonyult a következő eljárás:

1 kg pericarpium petrolætheres percolatumát, amelynek térfogata 2–3 liter volt, nagy rázótolcsérben 800 ccm 30%-os abs. methylalkoholos káliumhydroxid-oldattal 10 percen át enyhén himbáltuk, majd, nyomban a teljes szétválás után, lebocsáttottuk és elvettük az alsó réteget. Ez a sötét vörösesbarna sűrű folyadék nagymennyiségű szintelen anyagot tartalmaz, aránylag kevés festék mellett. Vele együtt le szoktuk eresztetni a petrolæther alján összegyűlő amorph tömeget is.

Ha most a petrolætheres oldat a választótolcsérben marad, *a nélkül, hogy a lúgot kimostuk volna*, úgy egy-két órán belül megindul a kristályosodás az üvegfalon. Szabadszemmel, vagy kézi nagyítóval hosszú hajlitott tűkből álló, bolyhos rozettákba csoportosult vörös kristályokat látni. Egyidejűleg sötétebb amorph anyag is észlelhető. A paprika capsanthin-tartalmának jelentős része kiválik így a petrolætherből s a lúgozási művelet megismétlése már csak kevés, bár tisztább festéket ad.

A nyers capsanthin tisztítása.

A külsőleg igen szép, azonban még hamut és amorph szerves anyagokat tartalmazó capsanthint CO_2 -áramban leszűrtük, petrolætherrel mostuk és a szűrőpapírral együtt 2 liter széndiszulfidba vittük be. A visszafolyó hűtővel felszerelt lombikot ¹⁴ óra hosszat 45°-os vízben rázogatva, a festék majdnem teljesen feloldódott, míg az amorph melléktermény nem ment

¹¹ Lásd pl.: WILLSTÄTTER és STOLL, l. c. 240. l.

oldatba. Az erre következő műveletek voltak: *a)* a szénkénes oldat ismételt kirázása vízzel, míg a víz közömbös kémhatású maradt és már nem habzott; *b)* szárítás nátriumszulfáttal; *c)* bepárlás légritkított térben, lassú szénsavárammal 35° -nál, kezdődő kristályosodásig, mintegy 500—700 ccm-re; *d)* lehűtés -15° -ra, félnapon át és végül *e)* leszívás CO_2 -áramban, mosás petrol-ætherrel, szárítás phosphorpentoxyd felett, paraffin jelenlétében, még pedig szénsavval töltött, majd kiszivattyúzott exsiccatorban.

Különböző kísérleteinkben a paprika-pericarpium súlyának 1—2%-e volt a termelés, mely a végleges tisztításig a felére csökkent. Analytikai célokra szénkénegből, széndiszulfid-petrol-ætherből vagy æther-petrolætherből ajánlatos a festéket átkristályosítani.

A capsanthin összetétele.

Az elemzésnél nem elégedhettünk meg egy-két meghatározással, hanem minden főbb preparatív lépést az analysis ellenőrzése alá kellett helyezni. Tisztának csak akkor minősíthető egy vegyület, ha újabb átkristályosítás nem változtat már az előbbi állapotra jellemző összetételen.

Minthogy a capsanthin hamu-, halogen-, nitrogen- és kénmentes, csupán szén- és hydrogentartalmát kellett meghatározni.

A tiszta festék összetételének megállapítása az alábbi készítmények segélyével történt:¹²

I. A nyerstermékkel, a CS_2 -ből való átkristályosítás megismétlése után, még egy átkristályosítást végeztünk. Szárítás súlyállandóságig, phosphorpentoxyd felett, vacuumban.

II. Ugyanaz, mint I.

III. Az I. készítmény még egyszer CS_2 -petrolætherből átkristályosítva. Szárítás mint fent.

IV. Hasonló III-hoz, de új előállítás.

V. A IV. anyagot æther-petrolætherből átkristályosítottuk.

¹² Egy *nyers* festék-próba a következő tájékoztató értékeket adta:

5.135 mgr anyag: 14.42 mgr CO_2 és 4.47 mgr H_2O ,

12.060 „ „ 33.91 „ „ „ 10.40 „ „

Talált: 76.59 és 76.68% C; 9.65 és 9.65% H.

VI. Az V. számú készítmény vacuumban, 105° -nál szárítva, miközben a súly nem apadt.

I.	0.1059	gr	anyag	adott	0.3056	gr	CO_2 -t	és	0.0997	gr	H_2O -t
II.	0.1066	«	«	«	0.3084	«	«	«	0.0979	«	«
III.	0.1153	«	«	«	0.3347	«	«	«	0.1059	«	«
IV.	0.1107	«	«	«	0.3225	«	«	«	0.1037	«	«
V.	0.1051	«	«	«	0.3066	«	«	«	0.0991	«	«
VI.	0.1228	«	«	«	0.3585	«	«	«	0.1139	«	«

Talált értékek:

Kétszer átkristályosított festék (I—II.): 78.70 és 78.90% C; 10.53 és 10.28% H.

Átlag: 78.80% C; 10.41% H.

Háromszor átkristályosított festék (III—IV.): 79.17 és 79.45% C; 10.28 és 10.48% H.

Átlag: 79.31% C; 10.38% H.

Négyszer átkristályosított festék: (V—VI.): 79.56 és 79.62% C; 10.56 és 10.38% H.

Átlag: 79.59% C; 10.47% H.

Az utolsó átkristályosítás alig változtatott a széntartalom, mely azonban más irányú tisztítással még kissé megnőtt.

A konstans végeredmények középértéke: 80.72% C, 9.89% H, 9.39% O, miből az atómarány $(C_{11.4}H_{16.7}O)_x$.

A molekulasúly meghatározása kétszer szénkénegből és kétszer széndiszulfid-petrolætherből átkristályosított anyaggal történt:

a) *Fagypontcsökkenés veratrolban* ($k = 6.4$).

12.56 gr veratrolban 0.1942 gr capsanthin; $\Delta = 0.214^{\circ}$.

12.74 « « 0.1354 « « ; $\Delta = 0.162^{\circ}$.

Talált $M = 462$ és 420 , átlag 441 .

b) *Fagypontcsökkenés bromoformban* ($k = 14.4$).

36.10 gr bromoformban 0.1537 gr capsanthin; $\Delta = 0.140^{\circ}$.

« « « 0.2208 « « ; $\Delta = 0.189^{\circ}$.

Talált $M = 438$ és 466 , átlag 452 .

A molekulasúly szabatos meghatározása a capsanthin esetében különösen fontos volt, mert megmutatta, hogy a *paprika főfestéke nem tartozik a carotinoidok közé*, hanem hogy képlete $C_{34}H_{48}O_3$, a következő összeállítás szerint:¹³

Talált: $C_{34}H_{48}O_3$.

Számított: 80.89% C; 9.59% H; $M = 504$.

A capsanthin tulajdonságai.

A tiszta festék sötét carmin-vörös, jól porítható, egyáltalán nem viaszos állományú, alacsony fajsúlyú laza por. Színe finoman elosztott, pl. hirtelen kicsapott állapotban élénkebb s ilyenkor a világos paprikafajtákra emlékeztet. Ellentétben a carotinnal, a capsanthin nem áll csillogó lapocskákból. A mikroszkop alatt nyársalakú, kihegyezett hasábokat látni, amelyek részint tühegyben végződnek, részint tompán vannak legömbölyítve. Erős nagyítással fűrészszerűen fogazott vagy behasított kristályok is találhatók. A kristályegységnek jellegzetes csoportosulása folytán legyező- vagy kéveszerű alakulatok jönnek létre. Némely aggregatum csillaghoz vagy bogáncshoz hasonlít.

Feltűnő, hogy jó *oldószere* a capsanthinnak alig van, viszont (a petrolatheren kívül) alig oldhatatlan szerves folyadékban. Alkohol, methyllalkohol, kloroform, bromoform, æther néhány % festéket vesz fel szobahőmérsékleten; nagyobb az oldhatóság veratrolban, viszont jóval csekélyebb hideg széndisulfid- vagy benzolban. A SORBY—KRAUS-féle elválasztásnál alul marad a festék úgy, mint a xantophyll vagy fucoxanthin, míg az oxygenmentes carotin tudvalevőleg a felső rétegbe vándorol.

Kénsavval a capsanthin is reagál, sőt nagyobb a bázicitása, mint

¹³ Nem zárható ki teljesen $C_{34}H_{50}O_3$.

Hangsúlyozni kívánjuk, hogy a capsanthin összetétele különböző paprikaküldeményekből való előállításnál érezhetően *ingadozott*. E jelenség azonban elkerülhető, ha a hydrolysis æther-petrolaetheres közegben végezzük.

a carotiné, ami abban nyilvánul, hogy a sötét szineződés tömény, legalább 25 %-os *sósavval* is bekövetkezik. Ez a viselkedés a barna algák festékére, a fucoxanthinra,¹⁴ nemkülönben a LIEBERMANN-féle azafurinra¹⁵ emlékeztet. Az az esetleges ellenvetés, hogy a fokozott bázisos jellemet a lúg bontó hatása okozhatná, nem állja ki a kritikát, mert a lúggal nem kezelt paprikakivonat is reagál sósavval.

Jellemző még a capsanthinra, hogy ætheres oldatának egy cseppje szűrőpapíron rózsaszínű nyomot hagy, mely erős sósavval megkékül, míg a carotin nyoma sárga, a sávval pedig elszíntelenedik. A spektrum is elüt a carotintól, erről azonban csak behatóbb mérések után kívánnánk majd beszámolni.

A *színezőképességet* kolorimetriás úton tanulmányoztuk, azzal az eredménnyel, hogy a capsanthin színerőssége többszörösen meghaladja a carotint minden eddig vizsgált oldószerben. Az ætheres oldat sárga, nagyobb töménységben barnás árnyalatú; erős oldatok áteső fényben borvörösek és narancssárgán tingálnak. Az alacsonyabb aliphás alkoholok sárgászörös színnel oldják a capsanthint; töményebb oldataik színe, vastagabb rétegben, a vörösborra emlékeztet. A tinctio ilyenkor barnásan narancsszínű. Igen szép és színerős a szénkéneget oldat: erős hígításban tingálás nélkül rózsaszínű, nagyobb koncentrációknál pedig *kékesen* tingál, ami egyedülálló jelenség megfigyeléseink között.

Az oldatok aránylag állandók, hosszú idő múlva azonban elszíntelenednek. A szilárd festék csak hónapok múlva veszti el levegőn a színét. Finomabb kísérleteket mégis célszerű szénsavas légkörben végezni. Az átkristályosított capsanthint CO_2 -vel töltött csövekbe forrasztva tesszük el.

A vegyi alkatról ezúttal csak keveset közölhetünk. Hogy a molekula telítetlen, azt az azonnali jóreakció teszi valószínűvé. Az oxygenatomok kötési módja azonban még nem ismeretes. Savanyú természete a festéknek alig van.

¹⁴ R. WILLSTÄTTER és H. J. PAGE: Annalen der Chemie 1914. 404. k. 237. lap.

¹⁵ Berichte d. d. chem. Ges. 1911. 44. k. 850 l.; 1913. 46. k. 1973. l. és 1915. 48. k. 1654. l.

A capsanthin szerkezete bizonyára csak hosszabb idő múlva fog tisztázódni, úgy látszik azonban, hogy erre most nyitva áll az út.

Végül hangsúlyoznunk kell, hogy a leírt kísérletek célja a *capsicum-vörös* felderítése volt, amely pedig nem azonos a capsanthinnal, amennyiben a capsanthin csak egyik, bár legfontosabb elegyrésze a paprika festőanyagának. Ezt a véleményt nemcsak kolorimetriás mérések támogatják, hanem sikerült újabban egy második, a capsanthintól különböző, de szintén jól kristályosodó paprikafestéket tiszta állapotban előállítani. Lehetséges, hogy ezzel még nem zárult le a sor.

A phytochemikus szempontjából a legközelebbi lépés a festékek súlyarányának meghatározása a paprikában, míg a szerkesztés elsősorban a capsanthinmolekula belső szerkezete fogja érdekelni. Kísérleteinket mindkét irányban folytatjuk.

A jelen munka az amsterdami tudományos akadémiai *van t'Hoff-alap*, valamint az *Országos Magyar Természettudományi Alap* támogatásában részesült, amiért a Magyar Tudományos Akadémia színe előtt is hálás köszönetet mondunk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1926 november hó 8. napján tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN PAPRIKA-FARBSTOFF.

Von LÁSZLÓ ZECHMEISTER und LÁSZLÓ v. CHOLNOKY.

Die Arbeit bezweckt die Extraktion und Reindarstellung des bisher nicht beschriebenen Capsicum-Farbstoffs. Es schien erwünscht, denselben in krystallisierter Form der Analyse zugänglich zu machen. Aus der Literatur ist ersichtlich, daß die Hauptschwierigkeit der Isolierung im hohen Fett- bzw. Wachsgehalt der Droge liegt.

Nach Beschreibung des Verhaltens der Paprika-Schoten gegen Lösungsmittel werden Angaben über die systematische Reinigung der Rohauszüge, sowie über die kolorimetrische Kontrollmethode gemacht. Auch ohne Anwendung von chemischen Agenzien lassen sich krystallisierte Präparate aus *Capsicum annum* L. bereiten, doch ist dieser Weg noch zu mühsam. Immerhin zeigten die so erhaltenen Produkte eine mehrfach gesteigerte Farbinintensität gegenüber Carotin. Hieraus folgt, daß das Capsicumrot zumindest nicht gänzlich aus diesem oder einem ähnlichen Kohlenwasserstoff bestehen kann, wie dies mehrfach behauptet wurde.

Sehr rasch führt die vorsichtige alkalische Verseifung der Begleitstoffe zum Ziel, im petrolätherischen Auszug. Die Flüssigkeit scheidet dann einen neuen, wohlkrystallisierten Farbstoff aus, der «Capsanthin» genannt wird.

Carminrote, zugespitzte Prismen oder Spiesse, meist zu Aggregaten vereinigt. Fast unlöslich in Petroläther, löslich in Alkoholen, Benzol, Schwefelkohlenstoff. Mit konz. Schwefel- und Salzsäure charakteristische Färbungen. Bleicht bei langem Stehen

aus. Zusammensetzung verschieden von den Carotinen. Frei von Stickstoff, Schwefel und Asche. Gef. Mol.-Gew. = 446; Bruttoformel: $C_{34}H_{48}O_3$.

Die von Capsanthin befreite Lösung enthält einen zweiten, bedeutend schwächeren Farbstoff, der ebenfalls krystallisiert erhalten wurde. Das Capsicumrot ist also ein Gemisch von mindestens zwei Bestandteilen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 8. November 1926.)

OLYAN SÍKGÖRBÉKRŐL, MELYEKNEK ELSŐFAJÚ CSÚCSPONTOKON KÍVÜL MÁS SZINGULARITÁSUK NINCS.

SZ. NAGY GYULÁ-tól.

1. Bevezetés.

Ebben a dolgozatban görbén olyan, általában egy menetből álló folytonos és zárt síkgörbét értünk, melynek minden pontjában határozott, az érintésponttal folytonosan változó érintője van és amely végezzszámú konvex vagy elemi ívből áll. A görbe végtelenbe is nyúlhat, de szögpontja vagy egyenes darabja nem lehet.

A görbe rendszáma, illetőleg indexe azon pontok számának maximuma, illetőleg minimuma, amelyekben a sík egy tetszés szerinti egyenese a görbét metszheti. Hasonlóképp értelmezhető a síkgörbe osztályszáma és osztályindexe.

Az első fontosabb tétel, amely dolgozatunk tárgykörébe vág, a MÖBIUS-tól származó következő ismeretes tétel:

Az olyan görbe, melynek nincs sem pont-, sem érintőszingularitása, ovális, azaz másodrendű és másodosztályú görbe.

A. KNESER¹ kimutatta, hogy nincsenek olyan görbék, amelyeknek vagy csak kettőspont-, vagy csak kettőserintőszingularitásuk volna. Az olyan görbe tehát, amelynek nincs érintőszingularitása és nincs csúcspontja vagy nincs pontszingularitása és nincs inflexió érintője, ovális.

¹ A. KNESER: «Einige allgemeine Sätze über die einfachsten Gestalten ebener Kurven», Math. Ann. Bd. 41 (1893), 349—376. old., különösen a 13. §, 365. old.

C. JUEL¹ mutatta ki a következő tételeket:

Az olyan görbének, amelynek nincs pontszingularitása és nincs kettős érintője, de van inflexiós pontja, páratlan számú inflexiós pontja van. Az olyan páros görbe, amelynek nincs pontszingularitása és nincs kettős érintője, ovális.

Ezekhez a tételekhez csatlakozólag kimutatjuk a következő tételt:

Az olyan csúcspontokkal bíró görbének, amelynek másfajta szingularitása nincs, három csúcspontja van. Az ilyen görbe osztályszáma 3, rendszáma és indexe pedig 4 és 0 vagy 6 és 2.

Ennek a tételnek duálisa következőképp fejezhető ki:

Az inflexiós ponttal bíró görbék közül csak a három inflexiós ponttal bíró harmadrendű görbéknek nincs más szingularitásuk. Az ilyen görbék osztályszáma és osztályindexe vagy 4 és 0, vagy 6 és 2.

2. Elsőfajú csúcspontot alkotó két elemi ív.

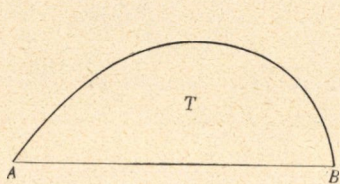
Egy végesben fekvő \widehat{AB} elemi íven olyan folytonos és az érintésponttal folytonosan változó érintővel bíró görbeivet értünk, amely az (\widehat{AB}) ívet nem érintő \overline{AB} egyenes vonalдарabbal együtt egy T konvex tartomány határát alkotja.² A T tartományról azt mondjuk, hogy az \widehat{AB} elemi ívhez tartozik. Hasonlóképp az \widehat{AB} ívhez tartozik az \overline{AB} egyenes vonalдарab.

Ha egy olyan egyenes vonalat, amelynek a végesben fekvő elemi ívvel van közös pontja, végtelen távolba projiciálunk, akkor olyan elemi ívet kapunk, melynek van végtelen távoli pontja. Az olyan elemi ív, amelynek mindkét végpontja végesben van, elliptikus, parabolikus, hiperbolikus vagy semihiperbolikus aszerint, amint az elemi ívet a végtelen távoli egyenes nem találja, érinti, két különböző, illetőleg csak egy pontban

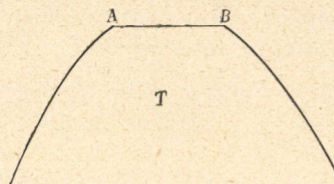
¹ C. JUEL: «Einleitung in die Theorie der ebenen Elementarkurven dritter und vierter Ordnung», Kjöbenhavn. Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. (1914), 7. Række, 113—166. old., különösen 135. old.

² Lásd C. JUEL id. h. 113. és köv. old.

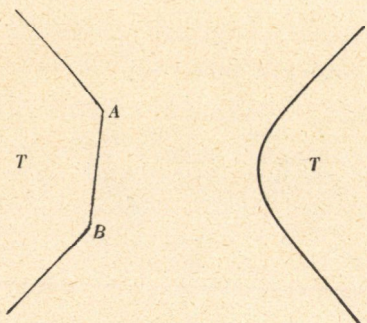
metszi (1—4. ábra). A parabolikus, hiperbolikus vagy semihiperbolikus elemi ívhez tartozó T tartomány végtelen nagy. Az \widehat{AB} elemi ívhez tartozó egyenes vonal darab az \overline{AB} véges vonal darab, ha az elemi ív elliptikus, parabolikus vagy hiperbolikus és az AB egyenesnek A és B pontjain kívül eső \overline{AB} végtelen nagy darabja, ha az elemi ív semihiperbolikus. Az \widehat{AB} elemi ív A és B végpontjában az AB egyenesnek ellenkező, illetőleg ugyan-



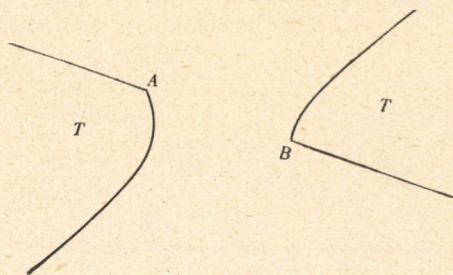
1. ábra.



2. ábra.



3. ábra.



4. ábra.

azon oldalán indul ki a szerint, amint az elemi ív semihiperbolikus, illetőleg nem semihiperbolikus.

Akármilyen elemi ívnek két oldala van: konkáv és konvex. A konkáv oldal az elemi ívhez tartozó T tartomány belső pontjaitól, a konvex oldal a síknak T tartományon kívül fekvő pontjaitól érhető el.

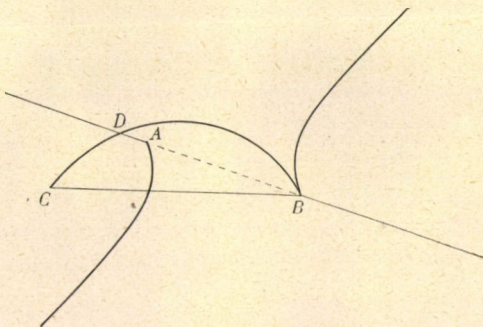
A továbbiakra nézve fontos a következő tétel:

I. Ha az \widehat{AB} és \widehat{BC} elemi ívek a B pontban elsőfajú csúcspontot alkotnak és ha B -n kívül nincs más közös pontjuk, akkor a két elemi ív egyszerre végesbe projiciálható vagy

nem projiciálható a szerint, amint a két elemi ívhez tartozó T_1 és T_2 tartományoknak B -n kívül nincs, illetőleg van közös pontjuk.

Ha a T_1 és T_2 tartományoknak B -n kívül nincs közös pontjuk, akkor a T_1 , illetőleg T_2 tartomány egyenes határdarabja helyettesíthető olyan elég közel fekvő \widehat{AB}^* , illetőleg \widehat{BC}^* elemi ívvel, hogy az \widehat{AB} és \widehat{AB}^* , illetőleg \widehat{BC} és \widehat{BC}^* elemi ívek olyan O_1 , illetőleg O_2 oválist alkossanak, melyeknek B érintéspontjukon kívül más közös pontjuk nincs. A T_1 tartomány az O_1 , a T_2 az O_2 ovális belsejében fekszik, ennél fogva az O_1 és O_2 közül egyik sem foghatja körül a másikat. Ebből következik, hogy az O_1 és O_2 oválisoknak van olyan két közös érintőjük, amely a két oválist különböző pontban érinti,¹ ennél fogva van olyan egyenes, amely a két ovális közül egyiket sem találja. A két ovális és így az \widehat{AB} és \widehat{BC} elemi ív is végesbe projiciálható.

Ha a T_1 és T_2 tartományoknak B -n kívül van még közös pontja, akkor van a két tartomány határának is. Az \widehat{AB} és \widehat{BC} elemi íveknek nincs, a hozzájuk tartozó egyenes vonalдарaboknak pedig általánosságban nincs B -n kívül közös pontjuk. A két elemi ív közül tehát akár melyiknek van a másikhoz tartozó vonalдарabbal B -n kívül egy közös pontja. Ebből következik, hogy az A



5. ábra.

pont a T_1 , a C pedig a T_2 tartományban van. Föltételezve most már, hogy \widehat{BC} elliptikus elemi ív, kimutatjuk, hogy \widehat{AB} semi-hiperbolikus (5. ábra).

Az AB egyenes a \widehat{BC} elemi ívet egy D pontban metszi,

¹ L. pl. Sz. NAGY Gy.: «Über Kurven von Maximal-Klassenindex. Über Kurven von Maximalindex», Math. Ann. Bd. 89 (1923), 57—58. old.

mert A a T_2 tartományban van. A B pontban egymást érintő \widehat{DB} és \widehat{AB} elemi ívek B -ben az AB egyenes ugyanazon az oldalán indulnak ki. Ha tehát \widehat{AB} nem volna semihyperbolikus, akkor mindkét végpontjában az AB egyenesnek ugyanazon az oldalán indulna ki, ennél fogva belépne a \widehat{DB} elemi ívhez tartozó T_3 tartományba. Mivel az \widehat{AB} ívnek végpontjain kívül nincs más közös pontja az AB egyenessel, azért az \widehat{AB} ív a T_3 tartományból nem léphetne ki és így nem végződhetnék T_3 -on kívül. Ebből következik, hogy \widehat{AB} semihyperbolikus.

Most kimutatjuk, hogy a síknak egy tetszés szerinti e egyenese az \widehat{AB} és \widehat{BC} elemi ívek közül legalább az egyiket metszi.

Ha az AB és az e egyenes P metszéspontja az \widehat{AB} vonalдарон van, akkor P a T_2 tartományban fekszik és így az e egyenes a \widehat{BC} elemi ívet metszi. Ha pedig P az \widehat{AB} vonalдарон van, akkor a T_1 tartomány egyenesvonalú határdarabján van és így az e egyenes az \widehat{AB} elemi ívet metszi egy pontban.

Ezzel az I. tétel be van bizonyítva. Az I. tételből és bizonyításából következik a következő tétel:

II. *Ha az \widehat{AB} és \widehat{BC} elemi ívek a B pontban elsőfajú csúcspontot alkotnak, B -n kívül azonban nincs közös pontjuk, akkor a két elemi ívet vagy lehet egyszerre elliptikus ívekbe projiciálni, vagy nem lehet. A második esetben az egyik elemi ívnek elliptikus elemi ívbe való projiciálásakor a másik elemi ív semihyperbolikus elemi ívbe projiciálódik.*

A következőkben fel fogjuk használni az \widehat{AB} és \widehat{BC} elemi ívektől alkotott B elsőfajú csúcspontnak C. JUEL-től igazolt következő tulajdonságát:¹

Ha az \widehat{AB} elemi ív egy P pontjában a p érintő a \widehat{BC} elemi ívet metszi és ha Q a \widehat{BC} íven az első (esetleg egyetlen) metszéspont B -től számítva, akkor a P pontnak B -hez közelítésekor, illetőleg távolításakor a Q pont a \widehat{BC} íven a B ponthoz közeledik, illetőleg B -től távolodik.

¹ L. id. h. 122. old.

3. Az olyan görbék néhány tulajdonságáról, melyeknek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitásuk nincs.

Ha a G n -edosztályú görbének r elsőfajú csúcsponton kívül más szingularitása nincs, akkor a görbe páros és a síkot két tartományra, a T_n és T_{n-2} tartományokra bontja. A T_n , illetőleg T_{n-2} tartománynak akármelyik pontjából a G görbéhez n , illetőleg $n-2$ érintő húzható, mert a sík egy pontjából a görbéhez húzható érintők száma a pont mozgása közben csak akkor változhatik, ha a pont a görbét átlépi. A pontból a görbéhez húzható érintők száma kettővel nő, illetőleg kettővel fogy, ha a pont a görbét egy elemi ív konkáv oldaláról a konvex oldalára, illetőleg ellenkező irányban lépi át. Ebből következik a következő tétel:

III. *Az olyan görbe, melynek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitása nincs, maximális osztályindexű és a síkot két tartományra bontja. Az egyik tartomány pontjaiból a görbét alkotó elemi íveknek a konkáv, a másiknak pontjaiból pedig a konvex oldala érhető el.*

C. JUEL-től származik a következő tétel, illetőleg ennek duálisa:¹

IV. *Az olyan G görbét, melynek r elsőfajú csúcsponton kívül más szingularitása nincs, csúcspontjai r elemi ívre, a görbe r főívére bontják.*

Ha $r \geq 1$, akkor a G görbe legalább két elemi ívből áll, ennél fogva $r \geq 2$. C. JUEL-nek a bevezetésben közölt tételéből, illetőleg annak duálisából következik és közvetlenül is könnyen igazolható, hogy az $r=2$ eset is lehetetlen. A G görbének tehát legalább is három csúcspontja van.

A G görbe egy R csúcspontját *nullaindexűnek* fogjuk nevezni, ha van olyan e egyenes a síkban, amelynek az R csúcspontot alkotó két főív egyikével sincs közös pontja. Ha ilyen e egyenes nincs a síkban, akkor az R a görbének *egységindexű csúcspontja*. A G görbe akármelyik egymás után következő két főívére a következő tétel áll:

¹ L. id. h. 131. old.

V. Ha a G görbének elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitása nincs, akkor a görbe akármelyik főívének akármelyik érintője a szomszédos két főívet egy-egy pontban találja.

A bizonyítást először arra az esetre végezzük el, amikor a görbe \widehat{AB} és \widehat{BC} főívei a B pontban egységindexű csúcspontot alkotnak. Az I. és II. tétel alapján tehát feltételezhetjük, hogy \widehat{BC} elliptikus, \widehat{AB} pedig semihiperbolikus elemi ív (5. ábra). Az A pont a \widehat{BC} elemi ívhez tartozó T_2 tartományban van, az AB egyenes metszi tehát a \widehat{BC} főívet egy D pontban és a \widehat{BD} vonaldarab a T_2 tartományban van. Minthogy A rajta van a \widehat{BD} vonaldarabon, azért a \widehat{BD} vonaldarab az \widehat{AB} főívhez tartozó T_1 tartomány egyenesvonalú \widehat{AB} határdarabjának része. A \widehat{BC} főív bármely érintője metszi a \widehat{BD} vonaldarabot, tehát metszi az \widehat{AB} vonaldarabot is és így metszi az \widehat{AB} főívet is egy pontban. Ezzel a tétel erre az esetre be van bizonyítva.

Ha az \widehat{AB} és \widehat{BC} főívek B -ben nullaindexű csúcspontot alkotnak, akkor feltételezhetjük, hogy mindkét főív elliptikus.

Ha p_0 a \widehat{BC} főív egy B -hez elég közel fekvő P_0 pontjában az érintő, akkor ez metszi az \widehat{AB} főívet egy, B -hez szintén közel fekvő, Q_0 pontjában és a $\overline{P_0Q_0}$ vonaldarabon (végpontjait leszámítva) nincs pontja a G görbének. A p érintőn azt a P és Q által határolt intervallumot, amelybe $\overline{P_0Q_0}$ azalatt átmegy, miközben P a \widehat{BC} főíven úgy mozog, hogy a Q pont az \widehat{AB} főíven marad, a következőkben $|PQ|$ intervallumnak fogjuk nevezni. Mivel a $\overline{P_0Q_0} = |P_0Q_0|$ intervallumban nincs a G görbének pontja, azért egy $|PQ|$ intervallumban sem lehet pontja.

Ha ugyanis volna olyan $|PQ|$ intervallum, amelyben van a G görbének pontja, akkor volna olyan is, amelyben a görbének csak egy R pontja volna. A p érintő nem érintheti a görbét az R pontban is, mert a G görbének nincs kettős érintője. De nem lehet az R pont csúcspont sem, mert ha az volna, akkor a megfelelő $|PQ|$ intervallum $|PR|$ részintervallumának pontjai-ból a P pontban a görbe konvex, R -ben pedig a konkáv oldalát lehetne a görbe átlépése nélkül elérni. Ezzel állításunk be van bizonyítva. (Ez a bizonyítás arra az esetre is alkalmazható, amikor a B csúcspont egységindexű.)

Ezek után bebizonyíthatjuk, hogy az elliptikus \widehat{BC} főív mindenik érintője metszi az elliptikus \widehat{AB} főívet. Ha ugyanis ez nem volna igaz, akkor volna a \widehat{BC} főíven B -től számítva olyan utolsó P_1 pont, melynek p_1 érintője az \widehat{AB} főívet még találná a Q_1 pontban. De ekkor Q_1 az A -val összeesnék, mivel p_1 nem érintheti az \widehat{AB} főívet is. De ekkor a $|P_1Q_1| = \overline{P_1A}$ intervallum metszené a görbének azt az A és C végpontokkal bíró $|\widehat{AC}|$ ívét, amely a B csúcspontot nem tartalmazza. Az $|\widehat{AC}|$ ív A kezdőpontjában ugyanis az \widehat{AB} , $\widehat{BP_1}$ és $\widehat{AP_1}$ vonalaktól határolt görbevonalú háromszög belsejében indul meg és e háromszögön kívül fekvő C pontban végződik. A $|P_1Q_1|$ intervallumban a görbének azonban nem lehet pontja. Ebből az ellentmondásból következik, hogy a \widehat{BC} főív bármely érintőjének az \widehat{AB} főívvel van közös pontja. A közös pontok száma azonban csak egy lehet.

Ha ugyanis a \widehat{BC} főív egy p érintője az \widehat{AB} főívet A_1 és B_1 pontokban metszené, akkor az $\widehat{A_1B_1}$ elemi ívnek p -vel párhuzamos érintője nem metszené a \widehat{BC} főívet. Ezzel az V. tétel teljesen be van bizonyítva.

Az előzők alapján most már bebizonyíthatjuk a következő tételt:

VI. *Ha a G görbének vannak elsőfajú csúcspontjai, de nincs más szingularitása, akkor a görbének pontosan három elsőfajú csúcspontja van.*

Ha A, B, C, D, \dots a G görbe egymás után következő csúcspontjai, akkor a C csúcspont p_c érintője az V. tétel szerint az \widehat{AB} főívet egy C_1 , a \widehat{DE} főívet pedig egy C_2 pontban metszi. Az V. tétel bizonyítása szerint a G görbének nincs pontja a $|CC_1|$ és $|CC_2|$ intervallumokban, melyeknek pontjaiból C -ben a görbének konvex oldala érhető el. Mivel e két intervallumnak van C -n kívül is közös pontja, azért C_1 a C_2 -vel összeesik, mert sem C_1 nem eshetik a $|CC_2|$, sem C_2 a $|CC_1|$ intervallumba.

A p_c érintő a G görbét C -n kívül nem érinti, az \widehat{AB} és \widehat{DE} főívek sem nem metszik, sem nem érinthetik egymást. Ebből következik, hogy a \widehat{DE} főív az \widehat{AB} főívvel összeesik. Ezzel a VI. tétel be van bizonyítva.

4. A csak elsőfajú csúcspont-szingularitással bíró G görbék kétféle alakja és ezek jellemző számai.

Jelöljön G' egy olyan G görbét, amelynek van legalább egy nullaindexű csúcspontja. Ha A, B, C a G' görbe csúcspontjai, akkor tehát feltételezhetjük, hogy az \widehat{AB} és \widehat{BC} főívek elliptikusak. A \widehat{BC} elliptikus elemi ívet egy pontban metsző egyenesek metszik a hozzá tartozó \overline{BC} vonaldarabot is, az V. tétel szerint tehát az \widehat{AB} főív mindegyik érintője a BC egyenest \overline{BC} darabján metszi. Ennek alapján bebizonyítjuk, hogy a G' görbe az ABC háromszögbe esik és így mindhárom csúcspontja nullaindexű.

Az A, B, C csúcspontok háromszöget alkotnak, mert ha egy e egyenesen fekédnének, akkor az \widehat{AB} főívnek e -vel párhuzamos érintője nem metszené a \overline{BC} vonaldarabot. Az \widehat{AB} és \widehat{BC} főíveknek az ABC háromszögön kívül nem lehetnek pontjai.

Ha ugyanis az \widehat{AB} főív az ABC háromszögön kívül fekédnék, akkor az AB egyenessel párhuzamos érintője nem metszené a \overline{BC} vonaldarabot. Ha pedig az \widehat{AC} háromszögoldal metszené a két főív közül az egyiket, pl. az \widehat{AB} főívet egy D pontban, akkor az AD elemi ívnek az AD egyenessel párhuzamos érintője nem metszené a \overline{BC} vonaldarabot.

Ebből következik, hogy az \widehat{AC} főív is elliptikus, mivel az \widehat{AB} és \widehat{BC} főívek és az \overline{AC} vonaldarab által határolt véges területen kezdődik és végződik és e területet nem hagyhatja el.

Az egy nullaindexű csúcsponttal bíró G' görbének tehát valamennyi csúcspontja nullaindexű. Ha tehát G'' olyan G görbe, amelynek van egységindexű csúcspontja, akkor a másik két csúcspontja is egységindexű, mert ellenkező esetben mindhárom csúcspontja nullaindexű volna. Ennélfogva kimondhatjuk a következő tételt:

VII. A csak elsőfajú csúcspont-szingularitással bíró G görbék mindhárom csúcspontja nullaindexű vagy mindhárom egységindexű. A G görbéknek tehát kétféle alakja van: G' és G'' . A G' görbe végesbe projiciálható és akkor a csúcspontjai

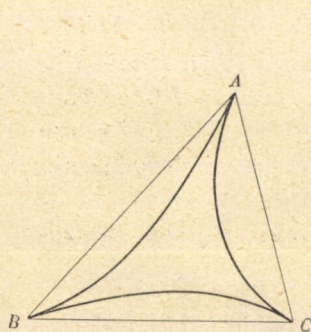
pontjai által meghatározott háromszögbe esik. A G'' görbe három főíve közül csak egy lehet elliptikus, amikor a másik kettő semihyperbolikus elemi ív.

A G' és G'' görbe alakját a 6. és 7. ábra mutatja.

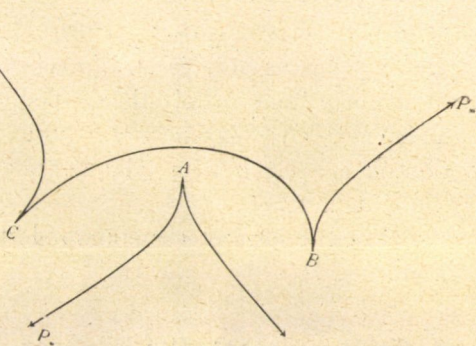
A G görbe mindkét alakjára áll az V. tétel alapján a következő tétel:

VIII. Az olyan görbének, amelynek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitása nincs, bármely érintője az érintéspont beszámításával négy pontban találja a görbét.

A G' és G'' görbék osztályszáma páratlan, mert páratlan számú csúcspontjuk van. Ha kimutatjuk, hogy van a síkon olyan



6. ábra.



7. ábra.

pont, amelyből a G' és G'' görbéhez háromnál kevesebb érintő húzható, akkor azzal be van bizonyítva, hogy G' és G'' harmadosztályú, mert maximális osztályindexű.

Ha A, B, C a végesben fekvő G' görbe csúcspontjai, akkor az ABC háromszög BC oldalának egy P pontjából a \widehat{BC} főívhez nem húzható, az \widehat{AB} és \widehat{AC} főívekhez pedig legfeljebb egy-egy érintő húzható, mert a BC egyenes az \widehat{AB} és \widehat{AC} főívekhez tartozó konvex tartományoknak támasztó egyenese ugyan, de az \widehat{AB} és \widehat{AC} főíveknek nem érintője. Ha pedig T_1, T_2, T_3 jelöli a G'' görbe három főívéhez tartozó tartományokat, akkor a T_1 és T_2 tartomány egy közös P belső pontjából a harmadik főívhez legfeljebb két érintő, az első kettőhöz ellenben egy

érintő sem húzható. Ezzel be van bizonyítva, hogy G' és G'' harmadosztályú görbék.

A sík egy olyan egyenese, amely az A , B , C csúcspontokkal bíró végesben fekvő G' görbét metszi, az ABC háromszög oldalai közül kettőt metsz és e miatt azt a két főívet, melyek e két háromszögoldalhoz tartoznak, egy-egy pontban találja, míg a harmadik főívet két pontban találhatja. Ebből következik, hogy G' negyedrendű és nullaindexű görbe.

A G'' görbe három elemi ívből összetehető, rendszáma tehát legfeljebb 6. Ha azonban A , B , C a görbe csúcspontjai, akkor a BC egyenes a G'' görbét éppen 6 pontban találja. A B és C csúcspont ugyanis kétszeresen számítandó metszéspont és mivel az A pont a \widehat{BC} főívhez tartozó T_2 tartományban van, azért a BC egyenes az \widehat{AB} és \widehat{AC} főíveket egy-egy pontban B -n és C -n kívül még metszi. Minthogy pedig van olyan a BC egyenes közelében levő egyenes, amely a G'' görbét a B és C csúcspontok közelében nem találja, azért a G'' görbe indexe 2, mert nulla nem lehet.

Ezzel a bevezetésben kimondott tételünket teljesen bebizonyítottuk.

6. Több menetből álló és csak elsőfajú csúcsponttal bíró görbékről.

Ha G egy olyan C_0, C_1, \dots, C_r menetekből álló görbe, amelynek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitásai nincsenek, akkor egy C_k menet vagy ovális, vagy pedig G harmadosztályú és három csúcsponttal bíró görbe. A \bar{G} görbe két menetnek nincs sem közös pontja, sem közös érintője, mivel a \bar{G} görbének nincs sem kettős pontja, sem kettős érintője. Ha tehát a C_0 menet G harmadosztályú görbe, akkor a többi r menet mind ovális. A G görbének ugyanis csak egy harmadosztályú menete lehet, mert ha kettő vagy több lenne, akkor két harmadosztályú menetnek volna közös érintője és így a \bar{G} görbének volna kettős érintője. Két harmadosztályú menetnek ugyanis páratlan számú közös érintője van. A G görbének vannak elsőfajú csúcspontjai, tehát van harmadosztályú menete. Ebből kö-

vetkezik, hogy a \bar{G} görbének egy harmadosztályú menete van, C_0 és így pontosan három elsőfajú csúcspontja van.

Ha azt a tartományt, melynek pontjaiból egy oválishoz nem húzható érintő, az ovális belsejének nevezzük, akkor bebizonyítjuk, hogy a G görbe C_1, C_2, \dots, C_r oválisa közül akármelyik a többi $r-1$ ovális közül mindazokat, melyeknek nem fekszik belsejében, körülfogja. A C_0 harmadosztályú menet valamennyi oválisnak belsejében van.

Ezek a tételek következő tételünkéből következnek:¹

Ha a G_m és G_n egymenetű görbéknek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitásuk nincs, ha a G_m görbe egészen végesben fekszik és ha a G_m , illetőleg G_n görbének egy pontjából a másik görbéhez n , illetőleg m érintő húzható, akkor a két görbének $m \cdot n$ közös érintője van.

Minthogyn a \bar{G} görbe két tetszésszerű menete közül az egyik ovális, amely vagy végesben fekszik, vagy végesbe projiciálható, azért alkalmazhatjuk az előbbi tételt a G görbe két menete közös érintői számának meghatározására. A közös érintők száma nulla köteles lenni. Ha tehát az előbbi tételt a C_0 harmadosztályú menetre és a C_k oválisra alkalmazzuk, akkor azt találjuk, hogy a C_0 menet pontjaiból a C_k ($k=1, 2, \dots, r$) oválishoz nem húzható érintő. A C_0 menethez ugyanis a sík minden pontjából, tehát a C_k ovális bármely pontjából húzható érintő. A C_0 harmadosztályú menet tehát a C_k ovális belsejében fekszik és így végesbe projiciálható G' harmadosztályú negyedrendű görbe. Ha az előbbi tételt a \bar{G} görbe két oválisára alkalmazzuk, azt találjuk, hogy az egyik oválisnak pontjaiból a másikhoz nem húzható érintő, vagyis az egyik ovális a másiknak belsejében fekszik.

Minthogyn a G osztályszáma, rendszáma, osztályindexe és indexe közvetlenül megállapítható, azért kimondhatjuk a következő tételt:

IX. *Ha egy $r+1$ ($r>0$) menetből álló \bar{G} görbének van elsőfajú csúcspontja, de nincs más szingularitása, akkor egymenet harmadosztályú, negyedrendű három csúcsponttal bíró görbe, a többi*

¹ «Über einen v. STAUDT'schen Satz», Acta Litt. ac Scient. Reg. Univ. FRANCISCO-JOSEPHINAE, Szeged, II. kötet (1924), 65–68. old.

r menet mind ovális. Az oválisok egymásban fekszenek úgy, hogy a k -dik ovális ($k=1, 2, \dots, r-1$) körülzárja a $(k+1)$ -diket. A harmadosztályú menet a legbelső ovális belsejében fekszik. A \bar{G} görbe $(2r+1)$ -ed osztályú $(2r+4)$ -edrendű, osztályindexe 1, indexe pedig 0.

Utólagos megjegyzés.

Ezt a dolgozatot az utolsó paragrafus kivételével 1921 elején írtam. Rajtam kívül álló nehézségek miatt ez a dolgozat mai napig nem jelenhetett meg. Időközben, 1923-ban E. STENFORS finn matematikustól¹ megjelent egy dolgozat, amely kimutatja, hogy egy teljesen folytonos zárt (egymenetű) görbe, melynek inflexiós pontokon kívül más szingularitása nincs, harmadrendű. E STENFORS ezzel igazolta C. JUEL-nek Helsingforsban 1922 nyarán beszélgetés közben kimondott sejtését. E. STENFORS dolgozata tehát csak megjelenésben előzte meg az enyémet, eszméje és kidolgozás tekintetében az enyémnél későbbi keletű.

Dolgozatomat E. STENFORS dolgozatának megjelenése után sem tarthatom fölöslegesnek, mert dolgozatom a csak csúspont-szingularitással bíró egy- és többmenetű görbék lehetséges formáit és jellemző számait is meghatározza a mellett, hogy a bizonyítás is teljesen különbözik E. STENFORS-nak csak egymenetű görbékre szóló tétele duálisának bizonyításától.

¹ «Ein Satz über völlig stetige geschlossene Kurven», Comm. phys.-math., Soc. Scient. Fennica, I. kötet 27. dolgozat (1923), 1—5. old.

ÜBER DIE EBENEN KURVEN, DIE AUSSER SPITZEN ERSTER ART KEINE ANDEREN SINGULARITÄTEN HABEN.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

Der Verfasser hat die folgenden Sätze bewiesen:

Die völlig stetigen geschlossenen ebenen einzügigen Kurven mit Spitzen erster Art ohne andere Punkt- und Tangenten-Singularitäten haben drei Spitzen. Die Klasse dieser Kurven ist drei, die Ordnung und der Index ist entweder 4 und 0, oder 6 und 2.

Die völlig stetigen geschlossenen ebenen $r+1$ -zügigen ($r > 0$) Kurven mit Spitzen erster Art ohne andere Punkt- und Tangenten-Singularitäten bestehen aus einem Zuge dritter Klasse und vierter Ordnung mit 3 Spitzen erster Art und aus r Ovalen. Die Ovale liegen ineinander, so dass das k -te Oval das $k+1$ -te ($k=1, 2, \dots, r-1$) umgibt. Das innerste Oval umgibt den Zug dritter Klasse. Die Klasse, die Ordnung, der Klassenindex bzw. der Index dieser $r+1$ -zügigen Kurven ist $2r+1$, $2r+4$, 1 bzw. 0.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 6. Dezember 1926.)

MAXIMÁLIS OSZTÁLYINDEXŰ SÍKGÖRBÉK MENETEIRŐL.

SZ. NAGY GYULÁ-tól.

1. Bevezetés.

Görbén olyan folytonos zárt görbét értünk, amely véges-számú konvex ívből összetehető és amelynek minden pontjában az érintésponttal folytonosan változó, határozott érintője van. A görbe osztályszáma, illetőleg osztályindexe a sík egy tetszés szerinti pontjából a görbéhez húzható érintők maximális, illetőleg minimális száma.

Ha azok a pontok, melyekből az n -edosztályú G maximális osztályindexű síkgörbéhez $n - 2$ érintő húzható, k különálló T_1, T_2, \dots, T_k siktartományt alkotnak, melyeknek összefüggési száma $p_1 + 1, p_2 + 1, \dots, p_k + 1$, akkor a G görbe p fajsza a

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_k + k - 1$$

egyenlőséggel definiálható. Ha $k = 1$, akkor a görbe irreducibilis, ha ellenben $k > 1$, akkor a G görbe G_1, G_2, \dots, G_k irreducibilis görbékre esik szét. A G_h görbe a G görbének azokból a meneteiből áll, amelyek a T_h tartományt határolják ($h = 1, 2, \dots, k$).¹

Ha a G görbe szinguláris érintőinek, vagyis az inflexiós és kettős érintőinek együttes száma t (legfeljebb egy inflexiós érintője lehet a görbének), akkor a G görbe fajsza a

¹ L. SZ. NAGY GYULA: „Über Kurven von Maximal-Klassenindex. Über Kurven von Maximalindex” c. értekezését Math. Ann. 89. k. 32—75. old., 90. k. 152—153. old. Különösen a 21. §, Math. Ann. 89. k. 69—71. old.

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - t$$

egyenletnek tesz eleget és ezzel az egyenlettel definiálható is.¹

A fajsza szám első definíciója szerint egy egy menetű maximális osztályindexű görbe fajsza száma 0 vagy 1. Egy maximális osztályindexű síkgörbe minden menete maximális osztályindexű görbe² és így fajsza száma 0 vagy 1.

Ebben a dolgozatban azokat az összefüggéseket mutatjuk ki, amelyek a maximális osztályindexű síkgörbék fajsza száma és meneteinek fajsza számai között fennállanak és meghatározzuk két-két menet közös érintőinek számát.

2. Maximális osztályindexű irreducibilis görbe meneteinek fajsza számai között fennálló összefüggések.

Irreducibilis maximális osztályindexű görbékre fennáll a következő tétel:

I. *Bármely p -edfajú maximális osztályindexű irreducibilis G síkgörbe p elsőfajú és 0 vagy 1 nulladfajú menetből áll.*

A G görbe fajsza számának értelmezése alapján az a T tartomány, melynek pontjaiból a görbéhez minimális számú érintő húzható, összefüggő, összefüggési száma pedig $p+1$. A T sik-tartománynak tehát vagy p , vagy $p+1$ határvonala és így a G görbének vagy p , vagy $p+1$ menete van.

Az I. tétel igazolására először azt mutatjuk ki, hogy a G görbének nem lehet egynél több nulladfajú menete, azután azt bizonyítjuk be, hogy a p -edfajú G görbének legfeljebb p elsőfajú menete van, végül azt, hogy van legalább p elsőfajú menete.

Ha a G görbe C_0 és C_1 menetei nulladfajúak volnának, akkor a C_0 és C_1 nulladfajú maximális osztályindexű görbékhez tartozó T_0 és T_1 egyszeresen összefüggő tartományok (melyeknek pontjaiból a C_0 , illetőleg C_1 görbéhez minimális számú

¹ SZ. NAGY GYULA: «Maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számairól». Mat. és Természettud. Értesítő 43. köt. 290-306. old.

² Math. Ann. 89. k. 49. old. IV. tétel.

érintő húzható) vagy egymáson kívül esnének, vagy egyik a másiknak belsejébe esnék. A harmadik eset, amikor a két tartománynak vannak közös és vannak nem közös pontjai, azért nem fordulhat elő, mert egy maximális osztályindexű görbének nincsenek kettős pontjai. A két lehetséges eset közül akármelyikben a C_1 és C_2 menetek konkáv partján fekvő pontokat (vagyis azokat a C_1 , illetőleg C_2 görbéhez elég közel fekvő pontokat, amelyekből a C_1 , illetőleg C_2 görbe konvex íveinek konkáv oldala érhető el) a két menet elválasztaná egymástól. Az ilyen pontokból azonban a G maximális osztályindexű görbéhez minimális számú érintő húzható. Ha tehát egynél több nulladfajú menete volna a G görbének, akkor a T tartomány nem volna összefüggő és — feltevésünkkel ellentétben — a G görbe reducibilis volna.

Ha C_h ($h=0, 1, 2, \dots$) a G görbének egy elsőfajú menete és ha T_h , illetőleg S_h jelöli a síknak azt a tartományát, melynek pontjaiból a C_h görbéhez minimális, illetőleg maximális számú érintő húzható, akkor T_h kétszeresen, S_h pedig egyszeresen összefüggő. Minthogy a T tartománynak vannak pontjai a T_h tartományban, azért összefüggő volta miatt nem lehetnek pontjai a S_h tartomány belsejében.

Ha a G görbének $p+1$ elsőfajú menete volna, akkor a T tartományt a projektív síkból $p+1$ egyszeresen összefüggő S_h tartomány kivágásával lehetne előállítani. Az így kapott összefüggő tartomány azonban $p+2$ -szeresen összefüggő és e miatt a G görbe fajszáma p helyett $p+1$ volna. A G görbének tehát legfeljebb p elsőfajú menete lehet.

Ha a p menetből álló G görbének C_0 menete nulladfajú, a többi $p-1$ menete pedig elsőfajú volna, akkor a T tartományt abból az egyszeresen összefüggő T_0 tartományból, melynek pontjaiból a C_0 menethez minimális számú érintő húzható, $p-1$ egyszeresen összefüggő S_h tartomány kiemelésével lehetne előállítani. Az így kapott tartomány azonban p -szeresen összefüggő, a G görbe fajszáma tehát p helyett $p-1$ volna. Ebből következik, hogy a G görbének legalább p elsőfajú menete van.

Ezzel az I. tételt teljesen igazoltuk.

Az I. tételből következik a következő:

II. *Bármely maximális osztályindexű irreducibilis síkgörbe fajsza-
ma meneti fajsza-
mainak összegével egyenlő és ebben az
összegben legfeljebb egy menet fajsza-
ma lehet zéróértékű.*

3. Maximális osztályindexű reducibilis síkgörbék meneteinek fajsza- mai között fennálló összefüggések.

Maximális osztályindexű reducibilis görbékre igaz a követ-
kező tétel:

III. *Az olyan maximális osztályindexű reducibilis sík-
görbének, amely k számú irreducibilis görbére esik szét, vagy
 $k-1$, vagy k nulladfajú menetje van.*

A tétel bebizonyítása végett először azt mutatjuk ki, hogy
egy csupa elsőfajú C_1, C_2, \dots, C_r menethől álló G maximális
osztályindexű görbe nem lehet reducibilis.

Ha S_h ($h=1, 2, \dots, r$) jelöli a síknak azt az egyszeresen
összefüggő tartományát, melynek pontjaiból a C_h menethez maxi-
mális számú érintő húzható, akkor az r számú S_h tartomány közül
egyik sem fekehetik a másiknak belsejében. Ha ugyanis S_2 az S_1
belsejébe esnék, de nem esnék az S_1 tartománynak esetleg
belsejében fekvő S_3 tartományok közül egyikbe sem, akkor le-
hetne leírni olyan γ vonalat, amely az S_2 tartomány egy P_2
pontjából indul ki, azután az S_2 tartományból a C_2 görbe-
meneten átlép az S_1 -be, S_1 -ből pedig a C_1 -en kilép és a C_1
menet konkáv partjának egy P_1 pontjában úgy végződik, hogy
közben a C_1 és C_2 menetekén csak egyszer, a G görbe többi
menetén pedig egyszer sem halad át. Amíg azonban egy mozgó
 P pont a γ vonalat P_2 -ből kiindulva leírja, azalatt a P pont-
ból a G görbéhez húzható érintők száma négygyel csökken, mert
a P pont a C_2 és C_1 meneteket konvex partról a konkáv part
felé lépi át,¹ a G görbe tehát nem volna maximális osztály-
indexű.

¹ A P pont mozgása közben nem léphet át inflexiós érintőt sem.
A G görbe összes menetei elsőfajúak, míg egy inflexiós érintővel bíró
maximális osztályindexű görbe egyetlen inflexiós pontját tartalmazó C_0
görbemenete nulladfajú, mert az a C_0 -tól és q inflexiós érintőjétől határolt
 T_0 tartomány, amelynek pontjaiból C_0 -hoz minimális számú érintő húz-

Ebből következik, hogy az S_1, S_2, \dots, S_r tartományok mind egymáson kívül fekszenek, a T tartomány tehát r egyszeresen összefüggő S_h tartománynak a projektív síkból való kivágásával származtatható. Ez a T tartomány összefüggő, a G görbe tehát irreducibilis.

Ezzel bebizonyítottuk, hogy egy reducibilis maximális osztályindexű G görbének van legalább egy nulladfajú menete.

Ha a G maximális osztályindexű görbe G_1, G_2, \dots, G_k irreducibilis görbékre esik szét, akkor a G görbének legfeljebb k nulladfajú menete lehet, mert a G_h ($h=1, 2, \dots, k$) irreducibilis görbének az I. tétel szerint legfeljebb egy nulladfajú menete lehet.

A G görbe nulladfajú meneteinek minimális számát a G reducibilis görbe ama tulajdonsága alapján¹ határozhatjuk meg, amely szerint a G_1, G_2, \dots, G_k görbék közül akárhány maximális osztályindexű görbét alkot.

A $G_1 G_2, G_1 G_3, \dots, G_1 G_k$ görbepárokból álló $k-1$ reducibilis maximális osztályindexű görbének a kimutatott tétel szerint van legalább egy-egy nulladfajú menete. Ha tehát a G_1 görbének nincs nulladfajú menete, akkor a G_2, G_3, \dots, G_k görbéknek van egy-egy, a G görbének tehát van $k-1$ nulladfajú menete.

Ezzel a III. tételt teljesen bebizonyítottuk.

A III. tételből és a fajsám értelmezéséből következnek a következő tételek:

IV. *Ha egy maximális osztályindexű görbének k nulladfajú menete van, akkor a görbe k vagy $k+1$ irreducibilis görbére esik szét.*

V. *Egy k irreducibilis görbére szétcsépő p -edfajú maximális osztályindexű görbe $p+k-1$ elsőfajú és k vagy $k-1$ nulladfajú menetből áll.*

VI. *Ha egy maximális osztályindexű görbe elsőfajú me-*

ható, egyszeresen összefüggő. A C_n mint egypartú körmetszet ugyanis nem bontja fel a projektív síkot, hanem egyszeresen összefüggővé alakítja át. Ezt a határolt egyszeresen összefüggő tartományt a q mint keresztmetszet két egyszeresen összefüggő tartományra bontja, melyek közül az egyik a T_0 tartomány.

¹ Math. Ann. 89. k. 68—69. old. XXVII. tétel.

neteinek száma k -val nagyobb a görbe fajszeránál, akkor a görbe $k+1$ irreducibilis görbére esik szét.

VII. Egy maximális osztályindexű görbe reducibilis illetőleg irreducibilis a szerint, amint a görbe fajszerája kisebb, illetőleg ugyanakkora, mint menetei fajszeráinak összege.

VIII. Egy m_1 elsőfajú és m_0 nulladfajú menetből álló maximális osztályindexű görbének fajszerája vagy $m_1 - m_0$, vagy $m_1 - m_0 + 1$.

4. Maximális osztályindexű irreducibilis görbe meneteinek közös érintői.

A C_1, C_2, \dots, C_r menetekből álló n -edrendű maximális osztályindexű irreducibilis G görbéhez tartozó T tartomány összefüggő. Ennek a T tartománynak pontjaiból a C_h menethez i_h ($h=1, 2, \dots, r$), a G görbéhez pedig $i=i_1+i_2+\dots+i_r=n-2$ érintő húzható, ha i_h a C_h menetek, i pedig a G görbének osztályindexe.

A G görbe irreducibilis és maximális osztályindexű marad akkor is, ha r menete közül tetszés szerinti s ($s < r$) menetet kihagyunk, mert az új görbéhez tartozó T tartomány is összefüggő és pontjaiból a megmaradt meneteknek konkáv oldala érhető el. A C_h és C_j menetek tehát egy $m=i_h+i_j+2$ osztályú maximális osztályindexű irreducibilis G_m görbét alkotnak, melynek μ_m fajszerája a II. tétel szerint a C_h és C_j görbék p_h és p_j fajszerájának összegével egyenlő.

Ha t_m, t_h illetőleg t_j jelöli a G_m, C_h , illetőleg C_j görbe szinguláris érintőinek, t_{hj} pedig a C_h és C_j görbék közös érintőinek számát, akkor (a maximális osztályindexű görbe fajszerája és szinguláris érintőinek száma közötti összefüggés alapján) a következő egyenlőségek állanak fenn:

$$t_m = \frac{(m-1)(m-2)}{2} - p_m = \frac{(i_h+i_j)(i_h+i_j+1)}{2} - p_m, \quad p_m = p_h + p_j,$$

$$t_h = \frac{i_h(i_h+1)}{2} - p_h, \quad t_j = \frac{i_j(i_j+1)}{2} - p_j, \quad t_m = t_h + t_j + t_{hj}.$$

Ezekből az egyenletekből

$$t_{hj} = t_m - t_h - t_j = \frac{(i_h + i_j)(i_h + i_j + 1)}{2} - \frac{i_h(i_h + 1)}{2} - \frac{i_j(i_j + 1)}{2} + \\ + (p_h + p_j - p_m) = i_h i_j.$$

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

IX. *Bármely maximális osztályindexű irreducibilis sík-görbe két menetének annyi közös érintője van, amennyi a két menet osztályindexének szorzata.*

A C_1 menetnek tehát a G görbe többi $r-1$ menetével

$$i_1 i_2 + i_1 i_3 + \dots + i_1 i_r = i_1 (i_2 + i_3 + \dots + i_r) = i_1 (i - i_1)$$

közös érintője van. Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

X. *Az i maximális osztályindexszel bíró irreducibilis G görbe i_h osztályindexű menetének a görbe többi menetével $i_h(i - i_h)$ számú közös érintője van.*

A IX. tételből lehozható még a következő tétel:

XI. *Ha a G_1 és G_2 i_1 , illetőleg i_2 osztályindexű görbék együttvéve maximális osztályindexű irreducibilis görbét alkotnak, akkor a két görbének $i_1 \cdot i_2$ közös érintője van.*

A G_1 és G_2 görbék, mint egy maximális osztályindexű irreducibilis görbe részei, maguk is maximális indexű irreducibilis görbék. Ha a G_1 görbe $C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1r}$, a G_2 pedig

$C_{21}, C_{22}, \dots, C_{2s}$, $i_{11}, i_{12}, \dots, i_{1r}$, ill. $i_{21}, i_{22}, \dots, i_{2s}$ osztályindexű menetekből áll, akkor

$$i_1 = i_{11} + i_{12} + \dots + i_{1r}, \quad i_2 = i_{21} + i_{22} + \dots + i_{2s}.$$

A C_{1h} menetnek a G_2 görbével

$$i_{1h} i_{21} + i_{1h} i_{22} + \dots + i_{1h} i_{2s} = i_{1h} \cdot i_2,$$

a G_2 görbének a G_1 görbével tehát

$$i_{11} i_2 + i_{12} i_2 + \dots + i_{1r} i_2 = i_1 i_2$$

közös érintője van.

A XI. tétel ezzel be van bizonyítva.

5. Maximális osztályindexű reducibilis görbe irreducibilis faktorgörbéinek közös érintői.

Ha a G maximális osztályindexű görbe G_1, G_2, \dots, G_k irreducibilis görbékre, a G görbe irreducibilis faktorgörbéire, esik szét és ha n, n_1, n_2, \dots, n_k , illetőleg p, p_1, p_2, \dots, p_k jelölik rendre a G, G_1, G_2, \dots, G_k görbék osztályszámát, illetőleg fajszámát, akkor fennállanak a következő egyenletek:

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k, \quad p = p_1 + p_2 + \dots + p_k - k + 1.$$

Minthogy a G_h és G_j görbék együttvéve egy $m = n_h + n_j$ osztályú $p_m = p_h + p_j - 1$ fajszámú G_m maximális osztályindexű reducibilis görbét alkotnak, azért fennállanak a

$$t_m = \frac{(m-1)(m-2)}{2} - p_m = \frac{(n_h + n_j - 1)(n_h + n_j - 2)}{2} - (p_h + p_j - 1)$$

$$t_h = \frac{(n_h - 1)(n_h - 2)}{2} - p_h, \quad t_j = \frac{(n_j - 1)(n_j - 2)}{2} - p_j, \quad t_m = t_h + t_j + t_{hj}$$

egyenletek, ahol t_m, t_h , illetőleg t_j jelölik a G_m, G_h , illetőleg G_j maximális osztályindexű görbék szinguláris érintőinek, t_{hj} pedig a G_h és G_j görbék közös érintőinek számát.

A följírt egyenletekből

$$t_{hj} = t_m - t_h - t_j = n_h \cdot n_j.$$

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

XII. Ha a G n -edosztályú maximális osztályindexű görbe G_1, G_2, \dots, G_k n_1, n_2, \dots, n_k osztályú irreducibilis görbékre esik szét, akkor a G_h és G_j görbéknek egymással $n_h \cdot n_j$, a G_h görbének a többi $k-1$ G_j görbével pedig $n_h(n - n_h)$ közös érintője van.

Hasonló gondolatmenettel, mint amilyen a IX. tételből lehoztuk a XI. tételt, a XII. tételből a következő hozható le:

XIII. Ha a G_1 és G_2 n_1 , illetőleg n_2 osztályú maximális osztályindexű görbék együttvéve egy $n_1 + n_2$ osztályú maximális osztályindexű görbét alkotnak, akkor a két görbének $n_1 \cdot n_2$ közös érintője van.

6. Maximális osztályindexű reducibilis görbék meneteinek közös érintői.

Akármilyen maximális osztályindexű görbe két tetszésszerű menetének közös érintőire a következő tétel áll:

XIV. Ha C_1 és C_2 egy maximális osztályindexű G sík-görbének két menete és ha a síkon e két menet és az egyiknek esetleges inflexiós érintője által határolt A tartománynak egy pontjából a C_1 menethez m_1 , a C_2 -hez pedig m_2 érintő húzható, akkor a két menetnek $m_1 \cdot m_2$ számú közös érintője van.

Ha az A tartomány egy P pontjából mindkét menetnek konkáv vagy mindkettőnek konvex oldala érhető, akkor a C_1 és C_2 menetek együttvéve egy maximális osztályindexű irreducibilis, illetőleg reducibilis görbét alkotnak. Erre a két esetre a XIV. tétel a IX., illetőleg XIII. tétellel be van bizonyítva. Hátra van még az az eset, amikor a P pontból az egyik menetnek konkáv, a másiknak konvex oldala érhető el.

Ha a P pontból a C_1 menetnek a konvex, a C_2 -nek pedig a konkáv oldala érhető el és ha n_1, i_1 , illetőleg n_2, i_2 jelölik a C_1 , illetőleg C_2 osztályszámát, illetőleg osztályindexét, akkor a P pontból a C_1 -hez n_1 , a C_2 -ből pedig $i_2 = n_2 - 2$ érintő húzható.

A C_1 görbemenet konvex partján fekvő pontokból a G görbének konvex, a C_2 menet konkáv partján levő pontokból pedig a G görbének konkáv partjai érhetőek el. Ebből következik, hogy az A tartományban a G görbének van legalább egy olyan C_3 menete, amelynek konvex oldala érhető el a C_1 menet konvex partján fekvő pontokból és konkáv oldala a C_2 konkáv oldalán fekvő pontokból. Ez a C_3 menet a C_2 -vel egy $n_{23} = i_2 + i_3 + 2 = = i_2 + n_3$ osztályú maximális osztályindexű irreducibilis G_{23} görbét alkot, ha a C_3 menet osztályindexe, illetőleg osztályszáma i_3 , illetőleg n_3 . A C_1 görbe a C_3 görbével egy $n_1 + n_3$ osztályú, a G_{23} görbével pedig egy $n_1 + n_{23}$ osztályú maximális osztályindexű görbét alkot.

A $C_2 C_3$, $C_1 C_3$, illetőleg $C_1 C_2 C_3$ menetekből álló görbék azért maximális osztályindexűek, mert ezek a görbék és az egyik menet esetleges inflexiós érintője olyan tartományokra bontják a projektív síkot, amelyeknek pontjaiból a határoló görbemenetek-

nek vagy csak a konkáv, vagy csak a konvex oldala érhető el. Olyan tartomány, melyből a határoló görbemenetek konkáv oldala érhető el, az első görbénél csak egy, a másik kettőnél azonban kettő van, az első görbe tehát irreducibilis, a másik kettő reducibilis.

Ha a C_1 menetnek a C_2, C_3 , illetőleg a G_{23} görbével való közös érintőinek számát t_2, t_3 , illetőleg t_{23} -mal jelöljük, akkor a XIII. tétel szerint

$$t_{23} = n_1 \cdot n_{23} = n_1 (i_2 + n_3) \quad \text{és} \quad t_3 = n_1 \cdot n_3.$$

Ezekből a $t_{23} = t_2 + t_3$ egyenlőség felhasználásával kapjuk, hogy

$$t_2 = t_{23} - t_3 = n_1 \cdot i_2.$$

Ezzel a XIV. tételt bebizonyítottuk.

Minthogy az A tartomány egy P pontjából annyi érintő húzható a C_1 menethez, mint a C_2 -nek egy tetszésszerű pontjából és annyi érintő a C_2 -höz, mint a C_1 -nek akármelyik pontjából, azért a XIV. tétel következőképpen is kifejezhető:

XV. Ha C_1 és C_2 egy maximális osztályindexű síkgörbéknek két menete és ha a C_2 menetnek egy pontjából a C_1 -hez m_1 , a C_2 -nek egy pontjából a C_1 -hez m_2 érintő húzható, akkor a két menetnek $m_1 \cdot m_2$ közös érintője van.

A XIV. és XV. tételekből következik a következő két tétel:

XVI. Ha C_1 és C_2 egy maximális osztályindexű síkgörbéknek olyan két menete, amelyeknek osztályszáma n_1 , illetőleg n_2 , akkor a két menet közös érintőinek száma az

$$(n_1 - 2)(n_2 - 2), \quad (n_1 - 2) \cdot n_2, \quad n_1(n_2 - 2), \quad n_1 \cdot n_2$$

számok közül valamelyik.

XVII. Ha egy maximális osztályindexű görbe két menetének, melyek közül az egyik i_1 , a másik i_2 osztályindexű, több mint $i_1 i_2$ közös érintője van, akkor a görbe okvetlenül reducibilis.

A IX. tétel szerint ugyanis a görbe nem lehet irreducibilis.

7. Maximális indexű görbék.

Ha az n -edrendű maximális indexű Γ görbének d csúcs- és kettőspontja van, akkor a görbe p fajsámát legegyszerűbben a

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - d$$

egyenlettel értelmezhetjük. A több menetből álló n -edrendű Γ görbéről akkor mondjuk, hogy a $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_k$ n_1, n_2, \dots, n_k rendű görbékre szételik, ha

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$$

és ha a $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_k$ görbék a Γ görbe mindenik menetét egyszer tartalmazzák. Ha ilyen felbontás a Γ görbe meneteinek semmiféle beosztása mellett sem lehetséges, akkor a Γ görbe irreducibilis.

A maximális osztályindexű görbékre kimutatott tételeinkből a dualitás elve alapján a következő fontosabb tételek mondhatók ki maximális indexű görbékre:

XVIII. *Bármely p -edfajú maximális indexű irreducibilis sík görbe p elsőfajú és 0 vagy 1 nulladfajú menetből áll.*

XIX. *Egy p -edfajú k irreducibilis görbére szételő maximális indexű görbének $p+k-1$ elsőfajú és k vagy $k-1$ nulladfajú menete van.*

XX. *Ha a Γ_1 és Γ_2 görbe együttvéve egy maximális indexű irreducibilis görbét alkot, akkor metszéspontjaik száma a két görbe indexének szorzatával egyenlő.*

XXI. *Ha a Γ_1 n_1 -ed és a Γ_2 n_2 -edrendű maximális indexű görbék együttvéve egy n_1+n_2 rendű maximális indexű görbét alkotnak, akkor a két görbének n_1, n_2 közös pontja van.*

XXII. *Ha Γ_1 és Γ_2 egy maximális indexű görbének két menete és ha a két menet egy-egy érintője a másik menetet m_1 , illetőleg m_2 pontban találja, akkor a két görbének m_1, m_2 közös pontja van.*

ÜBER DIE ZÜGE DER EBENEN KURVEN VON MAXIMAL-KLASSENINDEX.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

In dieser Arbeit wurden die Untersuchungen des Verfassers über die verschiedenen Eigenschaften der ebenen Kurven von Maximal-Klassenindex (Math. Ann. Bd. 89, S. 32—75, Bd. 90, S. 152—153; Mat. és Természettud. Ért. Bd. 43, S. 290—306.) fortgesetzt. Unter anderen sind die folgenden Sätze bewiesen:

Eine irreduzible Kurve vom Maximal-Klassenindex und vom Geschlecht p besteht aus p Zügen vom Geschlecht Eins und aus einem oder keinem Zuge vom Geschlecht Null.

Eine in k irreduzible Kurven zerfallende Kurve vom Maximal-Klassenindex und vom Geschlecht p hat $p+k-1$ Züge vom Geschlecht Eins und k oder $k-1$ Züge vom Geschlecht Null.

Bilden die Kurven K_1 und K_2 vom Klassenindex i_1 bzw. i_2 eine irreduzible Kurve vom Maximal-Klassenindex, so haben sie $i_1 \cdot i_2$ gemeinsame Tangenten.

Bilden die Kurven K_1 n_1 -ter, K_2 n_2 -ter Klasse vom Maximal-Klassenindex eine Kurve (n_1+n_2) -ter Klasse vom Maximal-Klassenindex, so haben sie $n_1 \cdot n_2$ gemeinsame Tangenten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 6. Dezember 1926.)

MAXIMÁLIS OSZTÁLYINDEXŰ SÍKGÖRBÉK RENDSZÁMÁRÓL.

SZ. NAGY GYULÁ-tól.

1. Bevezetés.

Ha n jelenti egy maximális osztályindexű síkgörbe osztályszámát, p a fajszerát, r a csücspontjainak és t a kettős és w az inflexiós érintőinek számát, akkor, amiként egy előző dolgozatban kimutattuk,¹ a görbét jellemző számok között fennállnak a következő egyenletek:

$$r = n - 2 + 2p \quad \text{és} \quad t + w = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - p.$$

A görbe m rendszámára (vagyis azon pontok számának maximumára, amelyekben a sík egy egyenese a görbét találhatja) egyenletek helyett azonban csak egyenlőtlenségeket lehet felállítani. Az első erre vonatkozó eredmény C. JUEL-nek következő tételéből következik:² egy másodrendű torzfelületen fekvő egyenestű n -ed rendű maximális indexű térgörbének legfeljebb $2n-2$ olyan érintője van, amelyek egy megadott e egyenest metszenek és van olyan e egyenes, amelyet a térgörbének éppen $2n-2$ érintője metsz. Ennek a térgörbének egy síkbeli projekciója tehát legfeljebb $2n-2$ osztályú lehet. A duális n -ed osztályú egy-

¹ SZ. NAGY Gy.: «Maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számairól», Mat. és Természettud. Értesítő, 43. kötet (1926), 290—306. old.

² C. JUEL: «Die gewundenen Kurven vom Maximalindex auf einer Regelfläche zweiter Ordnung». D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Naturv. og. math. Afd., 8 Raekke, II. 5. (1917), S. 279—294, különösen 290—292. old.

menetű maximális osztályindexű síkgörbe tehát legfeljebb $2n-2$ rendű lehet.

Jelentsen G egy tetszőszerinti, egymenetű inflexióspontnélküli n -ed osztályú m -ed rendű maximális osztályindexű síkgörbét, akkor a G görbére ki fogjuk mutatni a következő főbb tételeket:

Bármely $n \geq 4$ osztályszámra van olyan G görbe, amelynek rendszáma $m=6$, de egy sincs olyan, amelyre $m < 6$ volna.

Bármely $n (\geq 2)$ osztályszámra van olyan zéróindexű (végesbe projiciálható) nullad- vagy elsőfajú G görbe, amelyre nézve $m=2n-2$, de egy sincs olyan, amelynek rendszáma $m > 2n-2$ volna.

Ha ellenben a G görbe indexe ≥ 2 , akkor a görbe rendszáma $2n-2$ -nél nagyobb is lehet. A kettőindexű G görbék rendszámának maximuma $2n-2$, illetőleg $2n$, aszerint, amint fajszámuk zéró, illetőleg egy.

Egy $k (\geq 2)$ menetből álló maximális osztályindexű n -ed osztályú görbe m rendszáma akkor is túllépheti a $2n-2$ számot, ha mindenik menete zéróindexű. Ebben az esetben $2n-4+2k$ az a legnagyobb érték, amelyet a rendszám felvehet. Ezt a rendszámot csak irreducibilis¹ görbe érheti el. Ha a görbe s irreducibilis görbére esik szét, akkor rendszáma legfeljebb $2n-4s+2k$ lehet.

Ha a k menetből álló és s irreducibilis görbére széteső n -ed osztályú maximális osztályindexű G síkgörbének van inflexió érintője, akkor rendszáma legfeljebb $2n-1-4s+2k$ lehet. Ha tehát a G görbe egy menetből áll ($k=1$, $s=1$), akkor rendszáma legfeljebb $2n-3$.

A páratlan rendű maximális osztályindexű görbék mind egységindexűek.

2. Minimális rendszámú n -ed osztályú egymenetű maximális osztályindexű görbék.

A G n -ed osztályú egymenetű maximális osztályindexű görbe (és esetleges inflexió érintője) a síkot két tartományra

¹ Sz. NAGY Gy.: «Über Kurven von Maximal-Klassenindex. Über Kurven von Maximalindex», Math. Ann. Bd. 89. (1923), S. 62-69.

bontja, amelyek közül az egyszeresen összefüggőt T -vel fogjuk jelölni. A T tartomány pontjaiból a G görbének konkáv, illetőleg konvex oldala érhető el — anélkül, hogy a görbét vagy inflexiós érintőjét átlépünk — aszerint, amint a G görbe nullad-, illetőleg elsőfajú.

A G görbe csúcspontjainak, illetőleg szinguláris érintőinek számára fennálló

$$r = n - 2 + 2p, \text{ illetőleg } t + w = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - p$$

egyenletekből következik, hogy mihamarabb $n \geq 4$ és $p = 0$, illetőleg $p = 1$, a G görbének van legalább két csúcspontja, illetőleg van legalább egy valóságos kettősérintője. A $p = 0$ esetben a két csúcspontot összekötő e_1 egyenesnek, a $p = 1$ esetben pedig az e_2 valóságos kettősérintőnek van pontja a megfelelő T tartományban, ennél fogva az e_1 , illetőleg az e_2 egyenes a T tartomány határát legalább két pontban metszeni köteles, mert egy egyszeresen összefüggő tartományhoz teljes egyenes nem tartozhatik. Ha van inflexiós érintője a G görbének, akkor egy metszéspont az inflexiós érintőre, a többi pedig a G görbére esik. Az e_1 egyenes metszi a nulladfajú G görbét, ennél fogva a két csúcspontba eső $2-2$ közös ponton kívül van legalább egy ötödik közös pontja is a görbével. Hasonló okból legalább öt pontban találja az e_2 egyenes az elsőfajú G görbét. Ha tehát $n \geq 4$, akkor a G görbe rendszáma legalább 5, ha a görbének van inflexiós érintője, de legalább 6 akkor, ha a görbének nincs inflexiós érintője.

Egy olyan epiciklois, amelyet egy fix körön (és pedig a körlapon kívül) végiggördülő $(n-2)$ -szer kisebb sugarú kör kerületének egy pontja leír, vagy egy olyan hipociklois, amelyet a fix körön (a körlapon belül) végiggördülő n -szer kisebb sugarú kör kerületének egy pontja ír le, n -ed osztályú¹ és nyilvánképpen 6-od rendű, mert a síknak egy egyenesre sem metszheti 6-nál több pontban.

Kimondhatjuk tehát a következő tételeket:

I. Az *inflexióspont nélküli* $n (\geq 4)$ *osztályú, egy menetből álló maximális osztályindexű nullad- vagy elsőfajú síkgyörbék* közül a *legalacsonyabb rendűek hatodrendűek.*

¹ L. SZ. NAGY Gy., Math. Ann. Bd. 89. (1923), S. 40—41.

II. Az *inflexiós érintővel bíró* $n (\geq 4)$ osztályú, egymenetű maximális osztályindexű görbék rendszáma legalább 5.

Ezek a tételek másod- és harmadosztályú görbékre nem érvényesek. A másodosztályú görbék ugyanis másodrendűek, a harmadosztályúak pedig harmadrendűek, ha a görbének van inflexiós érintője, és negyed- vagy hatodrendűek akkor, ha a görbének nincs inflexiós érintője.¹

3. A zéróindexű maximális osztályindexű egy menetből álló síkgörbék rendszáma.

Ha a G egy menetből álló n -ed osztályú maximális osztályindexű síkgörbe indexe zéró, akkor a görbe síkjában van olyan e egyenes, amelynek a görbével nincs közös pontja. Ha ezt az e egyenest egy P pontja körül π szög alatt pozitív irányban elforgatjuk, akkor forgatás közben a görbe és az egyenes közös pontjainak száma mindannyiszor kettővel változik, ahányszor a forgatott egyenes egy csúcspontra vagy egy érintőn keresztülhalad. Ha tehát x jelöli a közös pontok növekedéseinek, y pedig a fogyásainak számát, r jelöli a G görbe csúcspontjainak, μ pedig a P -ből a G görbéhez húzható érintőknek a számát, akkor nyilvánképpen

$$x - y = 0 \quad \text{és} \quad x + y = r + \mu.$$

A görbe m rendszáma akkor a legnagyobb, ha a forgó egyenesen a G görbével közös pontok számának x -szer történő növekedése egymásután következik be anélkül, hogy közben fogyás előfordulna. Ebből következik,² hogy

$$m \leq 2x = r + \mu.$$

A G páros görbe a sikot két tartományra bontja, amelyek közül az a tartomány, amelyben az e egyenes és így a P pont

¹ C. JUEL: «Inledning i Laeren om de grafiske Kurver», D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 6 Raekke, Naturv. og math. Afd. X. 1, (1899), 29–41. és 80–82. old. Lásd még: Sz. Nagy Gy. «Olyan síkgörbékről, melyeknek elsőfajú csúcspontokon kívül más szingularitásuk nincs», Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927), 420. old.

² Hasonló gondolatmenettel igazolta C. JUEL bevezetésben idézett tételét.

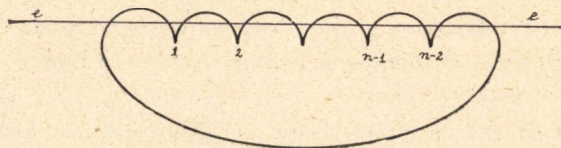
fekszik, kétszeresen összefüggő, míg a másik egyszeresen összefüggő. Ha $\mu=n$, akkor a G görbe nulladfajú, mert hozzá az egyszeresen összefüggő tartomány pontjaiból húzható $n-2$ érintő. Ha tehát $\mu=n$, akkor $p=0$ és így $r=n-2+2p=n-2$, ennél fogva $r+\mu=2n-2$. Ha pedig $\mu=n-2$, akkor $p=1$ és így $r=n$; ennél fogva ebben az esetben is $r+\mu=2n-2$.

Úgy nullad- mint elsőfajú G görbére fennáll tehát az

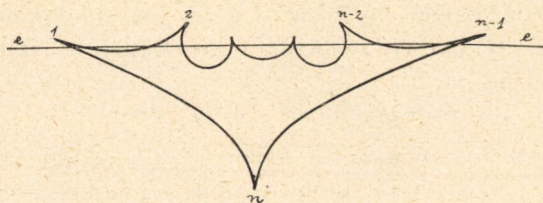
$$m \leq 2n-2$$

egyenlőtlenség.

Hogy akármilyen magas n -re van olyan n -ed osztályú nullad- vagy elsőfajú maximális osztályindexű és zéróindexű síkgörbe, melynek rendszáma $2n-2$, belátható a következő két ábra alapján:



1. ábra.



2. ábra.

Ez a két ábra egy $n-2$ csúcsponttal bíró nulladfajú, illetőleg egy n csúcsponttal bíró elsőfajú n -ed osztályú maximális osztályindexű síkgörbét állít elő, melynek rendszáma $2n-2$, mert az e egyenes $2n-2$ pontban találja.

$(2n-2)$ rendű n -ed osztályú végesben fekvő maximális osztályindexű egy menetből álló nullad-, illetőleg elsőfajú görbéket elő lehet állítani olyan $n-2$ oldalú konvex, illetőleg konkáv ívpolygonnal,¹ melyhez tartozó egyenesvonalú konvex poligon $n-2$

¹ L. Math. Ann. Bd. 89. (1923), S. 36—41.

oldala egy egyenesre esik. Az az egyenes, amelyre az egyenes-vonalú poligonnak $n-2$, illetőleg $n-1$ szögpontja esik, a két görbét $2n-2$ pontban találja.)

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

III. *A végesbe projiciálható egy menetből álló $n (\geq 2)$ osztályú, nullad- vagy elsőfajú maximális osztályindexű görbék közül $2n-2$ rendűek a legmagasabb rendűek.*

Az I. és III. tételt kiegészíti a következő tétel:

IV. *A végesbe projiciálható egy menetből álló $n (\geq 4)$ -ed osztályú maximális osztályindexű nullad- vagy elsőfajú síkgörbék között vannak m -ed rendűek, bármilyen a*

$$6 \leq m \leq 2n-2$$

egyenlőtlenségnek eleget tevő páros számot jelentsen is az m szám.

«Maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számairól» c. dolgozatunkban ¹ ismertettünk olyan (α - és β -deformálásnak nevezett) folytonos deformációkat, amelyek egy maximális osztályindexű görbe osztályszámát, osztályindexét, csúcspontjainak és kettőserintőinek számát nem változtatják meg. Nyilvánvaló, hogy ilyen deformációkkal a 2. §-ban ismertetett n -ed osztályú 6-od rendű epicikloist, illetőleg hipocikloist át lehet vinni olyan nulladfajú, illetőleg elsőfajú görbébe, amelynek összes, illetőleg egy kivételével összes csúcspontjai egy egyenesen fekszenek, amelynek tehát $2n-2$ a rendszáma. Ezzel a IV. tétel be is van bizonyítva, mert a deformációk alatt csak a rendszám változik és az — végesben fekvő görbéről lévén szó — páros marad.

4. Zéróindexű menetekből álló maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról.

Ha a C n -ed osztályú és m -ed rendű maximális osztályindexű síkgörbe irreducibilis és k zéróindexű gorbemenetből áll, melyeknek osztályszámai, illetőleg rendszámai: n_1, n_2, \dots, n_k , illetőleg m_1, m_2, \dots, m_k , akkor a görbe irreducibilis volta miatt a görbe és menetei osztályindexei között fennáll ² az

¹ Math. és Természettudom. Értesítő 43. köt. (1926), 291—294. old.

² L. Mat. Ann. 89. (1923), S. 66.

$$n - 2 = (n_1 - 2) + (n_2 - 2) + \dots + (n_k - 2)$$

egyenlőség. Minthogy pedig a C görbe menetei zéróindexűek, azért

$$m_1 \leq 2n_1 - 2, m_2 \leq 2n_2 - 2, \dots, m_k \leq 2n_k - 2$$

és

$$m \leq m_1 + m_2 + \dots + m_k.$$

Ezekből az egyenlőtlenségekből és az előbbi egyenlőségből következik az

$$m \leq m_1 + m_2 + \dots + m_k \leq 2n - 4 + 2k;$$

egyenlőtlenség.

Ha olyan n_1, n_2, \dots, n_k osztályú $2n_1 - 2, 2n_2 - 2, \dots, 2n_k - 2$ rendű végesben fekvő elsőfajú maximális osztályindexű egy menetből álló görbéket veszünk fel a síkban, amelyek közül egyiknek sincs egy másikkal közös pontja és egyik sem fog körül egy másikat, továbbá amelyeket ugyanaz az e egyenes talál $2n_1 - 2, 2n_2 - 2, \dots, 2n_k - 2$ pontban, akkor a k görbemenet egy olyan n -ed osztályú irreducibilis maximális osztályindexű görbét állít elő, melynek száma $2n - 4 + 2k$. Hasonló tulajdonságú görbét kapunk, ha az n^k osztályú görbemenetet olyan nulladfajú végesben fekvő n_k osztályú görbével helyettesítjük, amely a többi $k - 1$ görbemenetet körülfogja és az e egyenest $2n_k - 2$ pontban találja.

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

V. A k zéróindexű menetből álló n -ed osztályú maximális osztályindexű irreducibilis síkgörbék közül $2n - 4 + 2k$ rendűek a legmagasabb rendűek.

Ha a C n -ed osztályú m -ed rendű k zéróindexű menetből álló maximális osztályindexű síkgörbe a C_1, C_2, \dots, C_s k_1, k_2, \dots, k_s menetből álló n_1, n_2, \dots, n_s osztályú m_1, m_2, \dots, m_s rendű irreducibilis görbékre esik szét, akkor¹

$$\begin{aligned} n &= n_1 + n_2 + \dots + n_s; \\ m_1 &\leq 2n_1 - 4 + 2k_1, m_2 \leq 2n_2 - 4 + 2k_2, \dots, m_s \leq 2n_s - 4 + 2k_s, \\ m &\leq m_1 + m_2 + \dots + m_s \leq 2(n_1 + n_2 + \dots + n_s) - 4s + \\ &\quad + 2(k_1 + k_2 + \dots + k_s) = 2n - 4s + 2k. \end{aligned}$$

¹ Math. Ann. 89. (1923), S. 62.

Ha a C_1, C_2, \dots, C_s irreducibilis görbéket egy-egy nulladfajú és $k_1 - 1, k_2 - 1, \dots, k_s - 1$ elsőfajú menetből úgy szerkesztjük meg, miként az irreducibilis görbék szerkesztésénél előbb leírtuk és ha a nulladfajú meneteket úgy helyezzük el a síkban, hogy egyik se fogja körül a másikat és ugyanaz az e egyenes messe a C_1, C_2, \dots, C_s görbéket $2n_1 - 4 + 2k_1, 2n_2 - 4 + 2k_2, \dots, 2n_s - 4 + 2k_s$ pontban, akkor a k menet egy s irreducibilis görbére széteső n -ed osztályú $2n - 4s + 2k$ rendű maximális osztályindexű görbét állít elő. Ilyen marad a C görbe akkor is, ha pl. a C_h görbét alkalmasan megkisebbitve úgy helyezzük a C_j görbének egy elsőfajú menete által bezárt véges területre, hogy az e egyenes új helyzetében is $2n_h - 4 + 2k_h$ pontban találja. Ilyen tulajdonsága C görbe olyan is van, amelynek $s - 1$ nulladfajú és $k - s + 1$ elsőfajú menete van.

Ennek alapján kimondhatjuk a következő tételt:

VI. *A k zéróindexű menetből álló és s irreducibilis görbére széteső n -ed osztályú maximális osztályindexű görbék közül $2n - 4s + 2k$ rendűek a legmagasabb rendűek.*

Mivel egy n -ed osztályú maximális osztályindexű síkgörbének legfeljebb $n - 1$ menete van,¹ azért az V. és VI. tételekből következik a következő tétel:

VII. *Az olyan n -ed osztályú maximális osztályindexű síkgörbék közül, amelyeknek valamennyi menete zéróindexű, a $(4n - 6)$ -od rendűek a legmagasabb rendűek.*

5. Maximális osztályindexű páratlan síkgörbék indexéről és rendszámáról.

A páratlan rendű, röviden páratlan görbéknek páratlan számú inflexiós érintőjük van. A maximális osztályindexű görbéknek csak egy inflexiós érintőjük² lehet, ennél fogva a maximális osztályindexű páratlan és a maximális osztályindexű inflexiós érintővel bíró görbék ugyanazt jelentik.

Föltételezhetjük (mert projiciálással el lehet érni), hogy a

¹ Math. Ann. 89 (1923), S. 60.

² Math. Ann. 89 (1923) S. 48.

maximális osztályindexű n -ed osztályú páratlan C görbének inflexiós pontja végtelen távol van anélkül azonban, hogy a q inflexiós érintő is teljesen végtelen távol volna. A q egyenes végesben a síkot E_1 és E_2 félsíkokra bontja. Mivel az inflexiós érintő a C görbét az inflexiós ponton kívül nem metszi, azért a q egyenes végesben nem metszi a görbét és hozzá a görbe ugyanabban az E_1 félsíkban közeledik asszimptotikusan.

A q asszimptota egy pontjából az E_1 , illetőleg az E_2 félsíkokba kiindulva a C görbe íveinek konvex, illetőleg konkáv oldalához jutunk el. Ebből következtethető, hogy lehet az E_2 félsíkban q -val párhuzamos és hozzá elég közel fekvő e egyenest húzni, amely a C görbét a végtelen távoli inflexiós pontban egyszeresen metszi, azonkívül nincs más közös pontja a görbével. Ilyen e egyenes csak akkor nem volna lehetséges, ha a q egyenesen volna olyan A csúcspontja a görbének, amelyhez szomszédos pontok az E_2 félsíkban feküdnenek. Ekkor azonban a C görbe nem volna maximális osztályindexű.

Ha ugyanis A_1 az A -hoz elég közel fekvő olyan pont volna az E_2 félsík belsejében, amelyből a C görbének konkáv oldala érhető el, akkor A_1 -ből 4-gyel kevesebb érintőt lehetne húzni a C görbéhez, mint az A -ból. A -ból A_1 -be átlépve, az érintők száma kettővel azért csökken, mert az inflexiós érintőről lelépünk az E_2 -be, további kettővel pedig azért, mert a görbéről annak konkáv oldalára jutunk.

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

VIII. *A maximális osztályindexű páratlan síkgörbék egy-ségindexűek.*

Ha a G_1 n_1 -ed osztályú meneten van a C görbe inflexiós pontja, akkor G_1 nulladfajú, mert az a terület, melynek pontjából hozzá $n_1 - 2$ érintő húzható, egyszeresen összefüggő. A G_1 kettőspontnélküli páratlan görbe mint egypartú körmetszet nem bontja fel a projektív síkot, hanem egyszeresen összefüggő területté alakítja át, amelyet az inflexiós érintő mint keresztmetszet két egyszeresen összefüggő tartományra bont.

A G_1 görbének tehát $r = n_1 - 2 + 2p = n_1 - 2$ csúcspontja van.

Az előzőkből következik, hogy van a síkban olyan e egyenes, amelynek a G_1 görbével csak egy közös pontja van és ezen

az egyenesen van olyan P pont, amelyből a G_1 görbéhez $\mu = n_1 - 2$ érintő húzható. Ha az e egyenest P körül pozitív irányban π szög alatt elfordítjuk és ha eközben a G_1 görbével közös pontok növekedésének, illetőleg fogyásának számát x -szel, illetőleg y -nal jelöljük, akkor ugyanazon ok miatt, mint a 3. §-ban,

$$x - y = 0 \quad \text{és} \quad x + y = r + \mu = 2n_1 - 4 \quad \text{és így} \quad 2x = 2n_1 - 4.$$

Ebből következik, hogy a G_1 görbe m_1 rendszáma eleget tesz az

$$m_1 \leq 1 + 2x = 2n_1 - 3$$

egyenlőtlenségnek. Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

IX. Egy egyenestű n -ed osztályú maximális osztályindexű páratlan síkgörbe rendszáma legfeljebb $2n - 3$ lehet.

Ha a C n -ed osztályú m -ed rendű irreducibilis páratlan görbének G_1 -en kívül van még $k - 1$ menete, akkor ezek mind zéróindexűek. Ha tehát n_2, n_3, \dots, n_k , illetőleg m_2, m_3, \dots, m_k jelöli $k - 1$ menet osztályszámát illetőleg rendszámát, akkor (a 4. §-hoz hasonló módon) fennállanak a következő relációk:

$$n - 2 = (n_1 - 2) + (n_2 - 2) + \dots + (n_k - 2), \quad m \leq m_1 + m_2 + \dots + m_k, \\ m_1 \leq 2n_1 - 3, \quad m_2 \leq 2n_2 - 2, \quad m_3 \leq 2n_3 - 2, \dots, \quad m_k \leq 2n_k - 2.$$

Ezekből a relációkból következik, hogy

$$m \leq 2n - 5 + 2k.$$

Ha pedig a C görbe C_1, C_2, \dots, C_s irreducibilis görbékre esik szét, amelyek n_1, n_2, \dots, n_s osztályúak, m_1, m_2, \dots, m_s rendűek és k_1, k_2, \dots, k_s menetből állanak és ha a C_1 görbén van az inflexió pont, akkor

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_s, \\ m_1 \leq 2n_1 - 5 + 2k_1, \quad m_h \leq 2n_h - 4 + 2k_h \quad (h = 2, 3, \dots, s), \\ m \leq m_1 + m_2 + \dots + m_s \leq 2(n_1 + n_2 + \dots + n_s) - \\ - 1 + 4s + 2(k_1 + k_2 + \dots + k_s) = 2n - 1 - 4s + 2k.$$

Ennek alapján kimondhatjuk a következő tételt:

X. Ha a C n -ed osztályú maximális osztályindexű páratlan síkgörbe k menetből áll és s irreducibilis görbére esik szét,

akkor a görbe rendszáma eleget tesz a következő pontos egyenlőtlenségeknek:

$$m \leq 2n-1-4s+2k \leq 2n-5+2k \leq 4n-9.$$

A $2n-1-4s+2k$ szám ugyanis akkor veszi fel maximumát, ha $s=1$ és $k=n-1$. De k nem lehet $n-1$ -gyel egyenlő, mert, ha $k=n-1$ volna, akkor a C görbének $n-2$ harmadosztályú menete és egy oválisa volna, tehát a G_1 menettel együtt két nulladfajú menete volna. A C görbe tehát nem lehetne irreducibilis.¹ Ebből következik, hogy $2n-1-4s+2k$ legnagyobb értékét $s=1$ és $k=n-2$ mellett veszi fel.

A X. tételben megadott egyenlőtlenségek azért pontosak, mert van olyan n -ed osztályú $n-2$ menetből álló maximális osztályindexű görbe, amelynek rendszáma $4n-9$. Vegyünk fel ugyanis a síkban egy harmadosztályú egy inflexiós ponttal bíró G_1 görbét, amely algebrai görbe is lehet, és vegyünk fel egy olyan e egyenest, amely a G_1 görbét 3 különböző pontban metszi. Ha abban a tartományban, amelynek pontjaiból a G_1 görbéhez csak egy érintő húzható, úgy veszünk fel egy $n-3$ zéróindexű harmadosztályú elsőfajú menetből álló $(n-1)$ -ed osztályú $2(n-1)-4+2k=4n-12$ rendű maximális osztályindexű görbét, hogy azt az e egyenes $4n-12$ pontban találja, akkor az $n-2$ harmadosztályú menet előállítja a kívánt n -ed osztályú $4n-9$ rendű maximális osztályindexű görbét.

6. Egységnél magasabb indexű egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról.

Ha a G egy menetből álló n -ed osztályú maximális osztályindexű görbe indexe $i \geq 2$, akkor a VIII. tétel alapján a G görbe páros rendű. Ha e olyan egyenes a síkban, amely a görbét i pontban metszi, akkor van rajta olyan P pont, melyből a görbéhez $n-2$ érintő húzható. Ha az e egyenest P körül π szög alatt pozitív forgással elfordítjuk, akkor ugyanolyan jelöléssel és ugyanolyan ok miatt, mint a 3. és 5. §-okban,

¹ Sz. NAGY Gy.: «Maximális osztályindexű síkgörbék meneteiről», Mat. és Természettudományi Értesítő, 44. kötet (1927), 434. old.

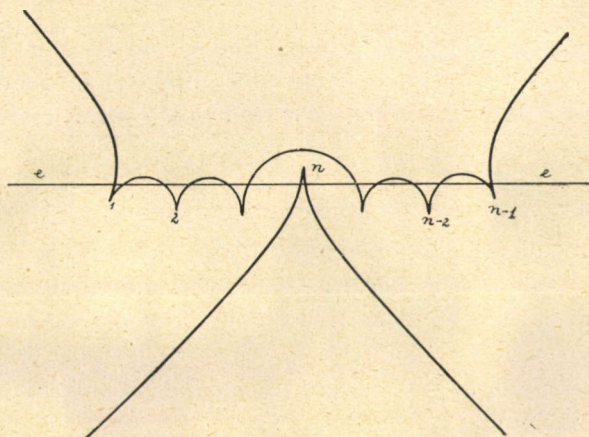
tehát $x-y=0$, $x+y=r+n-2=2n-4+2p$;

$$m-i \leq 2x=2n-4+2p.$$

Ha tehát $i=2$ és $p=0$, illetőleg $p=1$, akkor

$$m \leq 2n-2, \text{ illetőleg } m \leq 2n.$$

A 3. ábra olyan 7-ed osztályú egy menetből álló elsőfajú maximális osztályindexű görbét állít elő, amelynek rendszáma 14, indexe pedig 2. (Az e egyenes a görbét 14, a végtelen távoli egyenes pedig 2 pontban metszi). Az ábra alapján könnyű akármilyen $n(\geq 3)$ osztályszámra n -ed osztályú $2n$ -ed rendű egy-



3. ábra.

menetből álló kettőindexű maximális osztályindexű görbéket szerkeszteni. Kimondhatjuk tehát a következő tételeket:

XI. A kettőindexű egy menetből álló n -ed osztályú maximális osztályindexű elsőfajú síkgörbék közül a $2n$ -ed rendűek a legmagasabb rendűek, az ugyanilyen nulladfajú görbék rendszáma azonban legfeljebb $2n-2$ lehet.

XII. Az n -ed osztályú egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbék között vannak olyanok is, melyeknek rendszáma $2n-2$ -nél nagyobb, az ilyen görbék indexe $i \geq 2$.

ÜBER DIE ORDNUNG DER EBENEN KURVEN VON MAXIMAL-KLASSENINDEX.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

Hat eine ebene Kurve C n -ter Klasse vom Maximal Klassenindex r Spitzen, t Doppeltangenten, w Wendetangente ($w=0$ oder 1) und das Geschlecht p , so gelten die Gleichungen¹

$$r = n - 2 + 2p \quad \text{und} \quad t + w = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - p.$$

Durch die charakteristischen Zahlen n , p , r , t und w ist aber die Ordnung m der Kurve C überhaupt nicht bestimmt. Sie hängt auch von dem Index i der Kurve, von der Anzahl k der Züge und von der Anzahl s der irreduziblen Kurven ab, in welche die Kurve C zerfällt. Auch diese Zahlen bestimmen nur das Maximum der Ordnung m .

Haben alle Züge der Kurve C den Index Null, so gilt die Ungleichung

$$m \leq 2n - 4s + 2k \leq 2n - 4 + 2k \leq 4n - 6.$$

Hat aber die Kurve C eine Wendetangente, so gilt die Ungleichung bzw. Gleichung

$$m \leq 2n - 1 - 4s + 2k \leq 2n - 5 + 2k \leq 4n - 9; \quad \text{bzw.} \quad i = 1.$$

Besteht die Kurve C aus einem einzigen Zuge ($s=1$, $k=1$), so gelten noch die Ungleichungen:

¹ J. v. Sz. NAGY: «Über die charakteristischen Zahlen einer ebenen Kurve von Maximal-Klassenindex», Mat. und Naturw. Anzeiger der ung. Akademie der Wiss., Bd. 43 (1926), S. 290—306.

$$\begin{array}{llll}
 m \geq 6, & \text{wenn} & n \geq 4 & \text{und } i \neq 1 \text{ ist,} \\
 m \geq 5, & " & n \geq 4 & " \quad i = 1 \quad " \\
 m \leq 2n-2, & " & i \leq 2 & " \quad p = 0 \quad " \\
 m \leq 2n, & " & i = 2 & " \quad p = 1 \quad "
 \end{array}$$

Diese Ungleichungen sind genau, das heisst: es gibt Kurven G , für welche die Ungleichungen mit dem Gleichheitszeichen bestehen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Mai 1927.)

EGY MENETBŐL ÁLLÓ, MAXIMÁLIS OSZTÁLYINDEXŰ SÍKGÖRBÉK RENDSZÁMÁRÓL.

SZ. NAGY GYULÁ-TÓL.

Bevezetés.

Egy előző dolgozatban¹ kimutattuk, hogy egy n -ed osztályú, egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbe rendszámának maximuma $2n-2$, ha a görbe végesbe projiciálható és $2n-3$, ha a görbének van inflexiós pontja. Ha azonban a görbe kettő-indexű, akkor rendszámának maximuma a görbe fajszerától is függ. Ez a maximum $2n-2$, illetőleg $2n$ aszerint, amint a görbe fajszerája 0, illetőleg 1.

Ebben a dolgozatban kimutatjuk, hogy a kettő-indexű görbékre kimutatott tétel magasabb indexű görbékre is igaz. Igaz tehát a következő tétel:

Egy n -ed osztályú p -ed fajú egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbe rendszáma a $2n-2+2p$ számot elérheti, de ennél nagyobb nem lehet.

A maximális indexű, egy menetből álló síkgörbékre a dualitás elve alapján tehát fönnáll a következő tétel:

¹ Sz. Nagy Gy.: «Maximális osztályindexű síkgörbék rendszámaról», Mat. és Természettud. Értesítő 44. köt. (1927) 446. old. A maximális osztályindexű síkgörbék értelmezésére és tulajdonságaira vonatkozólag utalunk még a következő három dolgozatunkra: «Über Kurven von Maximal-Klassenindex. Über Kurven von Maximalindex», Math. Ann. 89. köt. (1923), 32–75. old. és 92. köt. (1924), 152–153. old.; «Maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számairól», Mat. és Természettud. Ért. 43. köt. (1926), 290–306. old.; «Maximális osztályindexű síkgörbék meneteiről», Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927), 434. old. Ezt a négy dolgozatot a következőkben A , B , C , illetőleg D betűvel fogjuk idézni.

Egy n -ed rendű p -ed fajú egy menetből álló maximális indexű síkgörbe osztályszáma elérheti a $2n-2+2p$ számot, de ennél nagyobb nem lehet.

A maximális osztályindexű görbékre vonatkozó tétel kimutatása végett előbb megállapítjuk a gömbön fekvő olyan zárt görbék néhány topológiai tulajdonságát, amelyeknek egy páros sokszoroságú pontjukon kívül más többszörös pontjuk nincs.

1. Inflexiós pont nélküli, egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbéről.

Az inflexiós pont nélküli n -ed osztályú, egy menetből álló maximális osztályindexű G síkgörbe rendszáma $m=2\mu$ páros szám. Föltételezhetjük, hogy van olyan e egyenes a síkban, amely a görbét $m=2\mu$ egymástól mind különböző pontban metszi.

Ha ugyanis ilyen e egyenes nem volna, akkor a G görbét olyan folytonos deformációval,² amely a görbe osztályszámát, osztályindexét és rendszámát (nemkülönböztetve fajszámát, továbbá csúcspontjainak és kettősérintőinek számát) változtatlanul hagyja, át lehetne vinni olyan G' görbébe, amelyet az e egyenes egymástól mind különböző $m=2\mu$ pontban metsz.

(Nevezzük α , illetőleg β deformációnak a G maximális osztályindexű görbének olyan deformációit, amelyeket «Maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számairól» c. dolgozatunkban értelmeztünk, akkor a G görbét alkalmas α , illetőleg β deformációkkal át lehet vinni a G' görbébe, amelyet az e egyenes egymástól különböző m pontban metsz.

Ha ugyanis az e egyenes a G görbét P közösleges pontjában érinti, akkor a görbének a P -t tartalmazó kis elemi ívét α deformálással alkalmasan megnyújtva olyan G' görbét kapunk, amelyet az e egyenes a P pont közelében két egymástól különböző pontban metsz.

Ha a P pontban a G görbe nemcsak az e egyenest, hanem

² G dolgozatban értelmezett α és β deformációkkal, id. h. (Mat. és Természettud. Ért. 43. köt.) 2. és 3. §., 291—294. old.

önmagát is érinti, akkor könnyen belátható módon lehet a P pontban egymást érintő két elemi ivre egy-egy α deformációt úgy alkalmazni, hogy a belőlük kapott két elemi iv egymást egy pontban sem, az e egyenest azonban 4 egymástól különböző pontban találja.

Ha a G görbének egy P csúcspontja az e egyenesre esik, akkor az e egyenesnek a görbével a P pontban 2 vagy 3 összeeső pontja van aszerint, amint a P csúcspontban a görbe p érintője az e egyenestől különbözik, illetőleg nem különbözik. A P csúcspontot alkotó elég kicsiny két elemi ivre mindkét esetben lehet olyan β deformációt alkalmazni, amely szétválasztja a görbének és az e egyenesnek a P pontban összeeső metszéspontjait. A deformálás után azonban a csúcspont érintőjének az e egyenestől különböznie kell.)

Föltételezhetjük a G görbéről még azt is, hogy a végtelen távoli egyenes a görbét $m=2\mu$ egymástól különböző pontban metszi. A G görbének összes csúcspontjai tehát végesben fekszenek.

Ha a G görbét egy S gömb O északi pólusából stereografikusan úgy projiciáljuk a gömbre, hogy a gömb a G görbe síkját a déli pólusban érintse, akkor a gömbön olyan C görbét kapunk, amelynek az O pontban közönséges m -szeres pontja van, ezenkívül nincs más többszörös pontja amelyben a görbe önmagát átvágja. Könnyű belátni, hogy lehet a gömbön az O középpont körül elég kicsiny gömbi sugárral egy olyan K kört leírni, hogy a K kör és minden vele koncentrikus kisebb gömbi kör a C görbét $2m$ egymástól különböző pontban messe. Az ilyen K kör az m -szeres pontnak minden ágát 2 különböző pontban metszi.

Ebből következik, hogy a G görbe síkjában lehet olyan elég nagy sugarú K kört leírni, hogy a K kör és minden vele koncentrikus nagyobb kör a G görbét egymástól különböző $2m$ pontban messe. A görbe összes csúcspontjai tehát a K kör belsejébe esnek és a K kör s a vele koncentrikus nagyobb körök közül egy sem érintheti a G görbét.

A G maximális osztályindexű síkgörbe a síkot két tartományra bontja, melyek közül az egyiknek pontjaiból a görbét

alkotó elemi íveknek konvex, a másinak pontjaiból pedig a konkáv oldala érhető el. Ebből következik, hogy a G görbének a K körbe eső $\bar{I}_1, \bar{I}_2, \dots, \bar{I}_m$ íve a kör belsejét $m+1$ darab egy-szeresen összefüggő tartományra bontja, amelyek akármelyikének pontjaiból a határához tartozó íveknek (amelyek közé azonban a tartomány határához tartozó köríveket nem számíthatjuk) mind vagy a konvex vagy a konkáv oldala érhető el.

Az $\bar{I}_1, \bar{I}_2, \dots, \bar{I}_m$ íveknek csúcspontokon és kettősérintőkön kívül más szingularitásuk nincs, mert a G görbének sincs más szingularitása. Ki fogjuk mutatni, hogy ha az \bar{I}_1 íven nincs csúcspont, akkor az \bar{I}_1 ív elemi ív.

A. KNESER bebizonyította, hogy egy olyan ív, melynek nincs szingularitása, elemi ív vagy MÖBIUS-féle spirális, az olyan ív pedig, amelynek csak kettősérintő-szingularitása van, MÖBIUS-féle kettős spirális. Az elemi ív egyik végpontja érintőjének sincs az illető végponton kívül az ívvel közös pontja. A spirális egyik végpontjának, a belső végpontnak érintője metszi a spirálist legalább egy pontban, míg a másik végpontnak, a külső végpontnak érintője a spirálist nem metszi. A kettős spirális két egyszerű spirálisra vágható szét, amelyeknek belső végpontjai a kettős spirális végpontjai. A kettős spirálisnak tehát 2 belső végpontja van, a spirálisnak csak egy, az elemi ívnek egy sincs.¹

Annak kimutatására, hogy a csúcspontot nem tartalmazó \bar{I}_1 ív elemi ív, azt kell igazolnunk, hogy A_1 és B_1 végpontjai közül egyik sem lehet belső végpont, vagyis azt, hogy az \bar{I}_1 ív végpontjaihoz tartozó a_1 , illetőleg b_1 érintők közül egyik sem metszheti az \bar{I}_1 ívet.

Mint ahogy az \bar{I}_1 ív nem érinti a K kört, azért A_1 -ben az a_1 érintőnek azon a félsugarán indul ki, amelyik A_1 -ből a kör belsejébe halad. Ha tehát A_1 belső végpont volna, akkor az \bar{I}_1 ív (A_1 -n kívül) metszené az a_1 érintőt és \bar{I}_1 íven A_1 -től számítva az első metszéspont az a_1 érintőnek másik félsugarára esnék. Ez azonban lehetetlen, mivel az \bar{I}_1 ívnek a K körön kívül nincsenek pontjai.

¹ A. KNESER: «Einige allgemeine Sätze über die einfachsten Gestalten ebener Kurven», Math. Ann. 41. köt. (1893), 349–376. old.; 6., 8., 9. és 11. §. (356–362. old.)

Hasonló okból nem lehet a B_1 végpont sem belső végpont. Az \bar{I} ív tehát elemi ív.

A továbbiakra nézve fontos a következő tétel:

Ha az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 ívek — tekintet nélkül a többi $m-2$ ívre — olyan tartományt vágnak ki a \bar{K} körből, melynek pontjaiból mindkét ívnek a konkáv oldala érhető el, akkor van csúcspontja a G görbének a két ív közül legalább az egyikén.

Ha az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 ívek egyikén sem volna csúcspont, akkor mindkettő elemi ív volna. Ki fogjuk mutatni, hogy ez lehetetlen.

Az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 ívek végpontjait úgy jelöljük meg A_1 és B_1 , illetőleg A_2 és B_2 betűkkel, hogy a \bar{K} körből az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 ívek által kimetszett területet az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 íveken kívül az A_1A_2 és B_1B_2 körívek határolják. Ilyen jelölés mellett az A_1B_1 és A_2B_2 egyenesek E metszéspontja a \bar{K} körön kívül esik (mert az ellenkező esetben az A_1B_1 és A_2B_2 pontok szétválasztanák egymást a \bar{K} körön és ekkor az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 íveknek is metszeniök kellene egymást).

Ha az A_1A_2 körív kisebb, mint a B_1B_2 körív, akkor az E pont végesben van és az EA_1 , EA_2 vonaldarabok és az A_1A_2 körív egy háromszögalakú véges T tartományt határolnak. Ha az A_1A_2 egyenlő a B_1B_2 körívvel, akkor a T tartomány a végtelenbe nyúló az A_1A_2 körívtől és két párhuzamos félsugártól határolt csík. Ha a_1 jelöli az \bar{I}_1 ív érintőjét az A_1 és a_2 az \bar{I}_2 érintőjét az A_2 pontban, akkor az a_1 és a_2 egyenesek a T tartományban fekvő A pontban metszik egymást és az A_1A_2 körívvel együtt egy T_0 háromszög alakú véges tartományt határolnak, melynek A , A_1 és A_2 a szögpontjai.

A G görbének a \bar{K} körön kívül eső azt az ívét, amely az A_1 , illetőleg A_2 pontban kezdődik és a \bar{K} körön fekvő C_1 , illetőleg C_2 pontban végződik \bar{I}' , illetőleg \bar{I}'' ívnek fogjuk nevezni. Nem zárjuk ki azonban azt a lehetőséget, hogy az \bar{I}' és \bar{I}'' ívek összeeshetnek.

Az \bar{I}' ív az A_1 pontban behatol a T_0 tartományba, onnan azonban az AA_1 és AA_2 véges vonaldarabok valamelyikén ki kell lépnie, mert, ha nem lépne ki, akkor volna a \bar{K} körrel koncentrikus olyan nagyobb kör, amely a szinguláris pont nél-

küli \bar{I}' ívet nem metszené és így volna olyan is, amely érintené.

Az I' ívnek legfeljebb kettősérintő-szingularitása lehet, ennél fogva vagy elemi ív, vagy Möbius-féle spirális, vagy Möbius-féle kettős spirális. Egyik esetben sem az AA_1 vonaldarabon hagyja el először az \bar{I}' ív a T_0 tartományt. Ha ugyanis az \bar{I}' elemi ív, akkor nemcsak az AA_1 vonaldarabot, hanem a teljes a_1 érintőt sem metszi. Ha pedig az \bar{I}' egyszerű vagy kettős spirális, akkor A_1 -től számítva az \bar{I}' ív az a_1 érintőt A_1 -ből kiinduló azon a félsugáron metszi először, amely az A -t nem tartalmazza. Hogy tehát metszhesse \bar{I}' ezt a félsugarat, előbb ki kell jutnia a T_0 tartományból, amely csak az AA_2 vonaldarabon történhetik.

Ebből következik, hogy az I' ív az AA_2 vonaldarabot egy D_1 , az \bar{I}'' ív pedig hasonló okból az AA_1 vonaldarabot egy D_2 pontban metszi. Ekkor azonban az \bar{I}' és \bar{I}'' íveknek a T_0 tartomány belsejében metszeniök kellene egymást, mivel a T_0 egyszerűen összefüggő tartomány határán az A_1 , D_1 és A_2 , D_2 pontpárok egymást szétválasztják. Minthogy nincsenek kettőspontjai a G görbének, azért az \bar{I}' és \bar{I}'' ívek nem metszhetik egymást. Ebből az ellentmondásból következik, hogy az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 ívek nem lehetnek egyszerre elemi ívek és így következik kimondott tételünk igazsága.

2. Egy topologiai problémáról.

Az S gömbön felveszünk egy K kört, amelynek egyik gömbi középpontját O -val jelöljük. A közül a két tartomány közül, amelyre a K kör a gömböt felbontja, azt, amelyikben az O középpont fekszik, a K körön belüli, a másikat pedig a K körön kívüli tartománynak fogjuk nevezni. Az O -on átmenő legnagyobb gömbi köröknek a K körön belüli izei a K kör átmérői.

A K körön felveszünk $2m=4\mu$ egymástól különböző pontot, amelyek párosával $m=2\mu$ számú átmérőnek a végpontjai. A fől-vett $2m$ pontot a körön kívül olyan egymást nem metsző I_1, I_2, \dots, I_m ívvel kötjük össze, hogy az m ív és az m átmérő egy vonallal legyen befutható. Ezt a vonalat C görbének fogjuk nevezni.

Az I_1, I_2, \dots, I_m ívek a gömbnek a K körön kívül fekvő tartományát $m+1$ darab egyszeresen összefüggő tartományra bontják. Ezek közül tetszés szerint kiválasztunk egy tartományt, amelyet alaptartománynak nevezünk el. Ha az alaptartományt α színre, a vele szomszédos tartományokat β színre, az ezekkel szomszédosakat ismét α színre festjük és ezt az eljárást tovább folytatjuk, akkor az $m+1$ tartomány mindenike egyértelműleg meghatározott színt nyer.

Az I_1, I_2, \dots, I_m ívek színezését a következő módon végezzük:

Az alaptartomány határához tartozó íveket α színre festjük. Az alaptartománnyal szomszédos (β színű) tartományoknak többi (az alaptartománnyal közös α színű íven kívüli és a K kör íveitől különböző) határívét β színnel látjuk el. Ezekkel a β színű tartományokkal β színű ívek mentén határos α színű tartományok többi ívét α színre festjük, s az ezek mentén határos β színű tartományok többi határívét β színnel látjuk el. Ily módon az m ív mindenike jól meghatározott színt kap. (A K kör köríveinek olyan színt tulajdoníthatunk, mint amilyenek színűek azok a tartományok, amelyeknek határához tartoznak.)

Ha ξ , illetőleg η jelöli az α , illetőleg β színű tartományoknak, x , illetőleg y az α , illetőleg β színű íveknek számát, akkor

$$\xi + \eta = m + 1 = 2\mu + 1 \quad \text{és} \quad x + y = m = 2\mu,$$

továbbá

$$x = \eta \quad \text{és} \quad y = \xi - 1,$$

mert az alaptartomány kivételével mindegyik tartománynak van egyetlen egy tőle különböző színű íve és minden ív hozzátartozik egy tőle különböző színű tartományhoz.

Az alaptartománynak egy α színű más tartományba való áthelyezésével a tartományok színezése nem változik. Megváltozik ellenben minden tartomány színezése, ha az alaptartományt olyan tartományba helyezzük át, amely azelőtt β színű volt. Ebből következik, hogy az α színű tartományok száma csak két értéket vehet fel, akármelyik tartományba helyezzük át az alaptartományt. Ez a két érték: ξ és η , ennek megfelelően a β színű tartományok száma: η , illetőleg ξ , az α színű ívek száma: η , illetőleg $\xi-1$, a β színű ívek száma pedig: ξ , illetőleg $\eta-1$.

Ha $m=2$, akkor nyilvánképpen vagy $\xi=2$ és $\eta=1$, vagy $\xi=1$ és $\eta=2$. Ebben az esetben a $\xi-\eta$ különbség értéke vagy $+1$, vagy -1 . Ki fogjuk mutatni, hogy a $\xi-\eta$ különbség akkor sem vehet föl más értékeket, ha az m 2-nél nagyobb páros szám.

Mivel az I_1, I_2, \dots, I_m ívek nem metszik egymást, azért egyiknek végpontjai sem választhatják szét a K körön egy másiknak végpontjait. Ebből következik, hogy van legalább két olyan ív, amelynek végpontjai közé eső egyik köríven nem fekszik más ívnek végpontja. Az $m+1$ tartomány között van tehát legalább két olyan, amelyet az I_1, I_2, \dots, I_m ívek közül csak egy ív és ezen kívül egy körív határol. Legyen T_1 egy ilyen tartomány, amelyet az I_1 ív és a k_1 körív határol. Ha k_2 jelöli a K körön a k_1 -nek diametrálisan megfelelő körívet és T_2 azt a tartományt, amelynek határához tartozik a k_2 körív, akkor a T_2 tartomány ugyanolyan színű, mint a T_1 , mert T_1 -től a K kör mentén úgy juthatunk el T_2 -be, hogy m -szer, tehát páros számszor lépünk át I_k íveket.

A k_2 körív végpontjaiból csak akkor indul ki ugyanaz az I_2 ív, amikor $m=2$, mert ekkor az I_1 és I_2 ív a végpontjaikat összekötő két átmérővel zárt C görbét alkot. Ha tehát $m>2$, akkor a k_2 végpontjaiban két különböző I_k ív végződik. Ha I' és I'' jelöli e két ívet és T'' , illetőleg T''' a T_2 tartománnyal az I' , illetőleg I'' ív mentén határos tartományt, akkor a T' és T''' tartományok színe különbözik a T_2 és T_1 tartományok színétől.

Kössük össze a K körön kívül az I' és I'' ívnek a k_2 körív végpontjaihoz elég közel fekvő I' , illetőleg I'' pontját a k_2 körívhez elég közel fekvő i ívvel, azután távolítsuk el a C görbéből az I_1 ívet, a végpontjaihoz csatlakozó két átmérőt és ezek folytatását képező I' és I'' íveknek P' -ig, illetőleg P'' -ig terjedő darabját. A C görbe megmaradt darabja az i ívvel olyan C_1 zárt görbét alkot, amelynek az O -ban $m-2=2(\mu-1)$ -szeres pontja van.

A leírt eljárás az I' és I'' ívek megmaradt nagyobb darabját és az i ívet a C_1 görbe I ívévé egyesíti, a T' és T''' tartományokat a k_2 körív és az i ív között fekvő hiddal egy ugyanolyan színű tartománnyá egyesíti, a T_1 tartományt eltávolítja

és ezzel a szomszédos tartományt növeli, végül a T_2 tartományt az említett hiddal kisebbiti. Ez az eljárás tehát úgy az α , mint a β tartományok számát eggyel apasztja, tehát a $\xi - \eta$ különbség értékét nem változtatja.

Azt az eljárást, amellyel a C görbéből a C_1 görbét kaptuk, a C_1 görbén ismételhetjük és a kapott C_2 görbén folytathatjuk mindaddig, amíg olyan görbéhez jutunk, amelynek O -ban kétszeres pontja van. Ezek az átalakítások a $\xi - \eta$ értékét nem változtatják, ennél fogva $+1$ vagy -1 a $\xi - \eta$ különbség értéke.

Minthogy $\xi + \eta = 2\mu + 1$, azért a $\xi - \eta = 1$ esetben

$$\xi = \mu + 1, \quad \eta = \mu, \quad x = \mu, \quad y = \mu;$$

ha pedig $\xi - \eta = -1$, akkor

$$\xi = \mu, \quad \eta = \mu + 1, \quad x = \mu + 1, \quad y = \mu - 1.$$

3. Zárt görbék a gömb egyszínű tartományaiban.

A gömbön a C görbétől származtatott görbeívek és tartományok színezését a K körön belül is folytathatjuk. Ilyen módon a K körnek olyan két sugara, amelyek egy I_k ívhez csatlakoznak, ugyanolyan színt kap, mint az I_k ív; két szomszédos körsugár közé eső körcikk pedig olyan színű lesz, mint az a tartomány, amelyhez a közös körív mentén csatlakozik. Az így kibővített tartományok közül bármely olyan két tartományt, amelyhez tartozik egy-egy egymáshoz viszonyítva esücskörcikk (ugyanazon két átmérő által alkotott két körcikk), az O -n keresztül összefüggőnek fogunk tekinteni.

Ilyen értelmezés mellett a ξ számú α színű tartomány és hasonlóképp az η számú β színű tartomány együttvéve összefüggő T_α , illetőleg T_β tartománynak tekinthető. Könnyen beláthatjuk ennek a felfogásnak jogosultságát akkor, ha a gömböt a O pontból az O ellenpontjában érintő síkra projiciáljuk. Ez a projekció a C görbét a síknak egy önmagát nem metsző páros görbéjébe viszi át, amely a projektív síkot két tartományra bontja. Ezek közül az egyik tartomány egyszeresen összefüggő és kétoldalú, a másik kétszeresen összefüggő és egyoldalú. E két tartománynak megfelelő pontok alkotják a gömbön a T_α és T_β tartományokat.

A kétféle siktartomány topologiailag különböző tulajdonságú. Az egyszeresen összefüggő tartományban minden zárt görbe páros. A kétszeresen összefüggő egyoldalú tartományban van páratlan görbe, sőt van önmagát nem metsző páratlan görbe is, amely mint egypartú körmetszet a tartományt nem bontja fel, hanem kétoldalú felületté alakítja át.

A sík és a gömb közötti vonatkozásból következik, hogy a T_α és T_β tartományok közül az egyikben minden zárt görbe O -n páros számszor (esetleg egyszer sem) megy át, a másikban ellenben van olyan zárt görbe, amely O -n páratlan számszor halad át.

A T és T_β tartományok közül az egyik eggyel kevesebb tartományrészből áll, mint a másik, mert vagy $\xi = \mu + 1$ és $\eta = \mu$, vagy pedig $\xi = \mu$ és $\eta = \mu + 1$.

Föltételezzük, hogy a T_α az a tartomány, amelyben van O -n páratlan számszor keresztül haladó T zárt görbe és ki fogjuk mutatni, hogy akkor a T_α eggyel kevesebb tartományrészből áll, mint a T_β .

A T_α tartomány (és hasonlóképp a T_β) olyan a C görbének O -ból kiinduló és ott végződő ívei által határolt t_1, t_2, \dots, t_i tartományrészekből áll, amelyek közül bármely kettő csak az O -ban levő szögpontjában függhet egymással össze. Ha ezek közül az α színű t_1, t_2, \dots, t_i tartományok közül t_1 olyan, hogy csak egy görbe ív határolja, akkor azt huroktartománynak fogjuk nevezni.

Föltételezzük, hogy t_1 valóban huroktartomány és hogy t_2 az a tartomány, amellyel O -ban összefügg. Ha k_1 jelöli a K körnek a t_1 -be eső körívét és k_2 pedig a k_1 körívnek diametriálisan megfelelő körívét, akkor a k_2 körív a t_2 tartományt a t_1 -gyel O -ban összefüggő t_{01} körcikkre és egy t'_2 tartományra bontja.

Nyilvánvaló, hogy minden olyan zárt görbe, amely teljesen a t_1 és t_{01} tartományokban fekszik, O -n páros számszor köteles keresztül haladni. Hasonlóképp páros számszor halad át az O ponton a t_1 és t_{01} tartományokban fekvő minden olyan nyitott görbe, amelynek mindkét végpontja a k_2 köríven van. Ha tehát a T görbének a t_1 és t_{01} tartományokba nyúló ívét a k_2 köríven keresztül kihúzzuk a t_1 és t_{01} tartományokból, akkor a T -ből

így kapott Γ_1 görbe sokszorosági száma az O pontban páros számmal kisebb, mint a Γ' görbéé, tehát szintén páratlan szám.

Ebből következik, hogy abban a T'_α tartományban is van az O ponton páratlan számszor keresztülhaladó zárt görbe, amely T_α -ból úgy származik, hogy abból a k_2 körív mentén alkalmazott metszettel a t_{01} és t_1 tartományokat levágjuk. Ez a metszet a T_β tartományra nézve híd, amely annak két tartományrészét egyesíti. Ez az eljárás az α és β színű tartományrészek számát eggyel kisebbíti, különbségüket tehát változatlanul hagyja.

Ha a T'_α tartománynak is van huroktartományrésze, akkor a huroktartomány és a csatlakozó körcikk levágásával olyan, már csak $\xi - 2$ tartományrészből álló T'_α tartománnyá alakítható át, amelyen van O -n páratlan számszor keresztülhaladó zárt görbe. Ennek az eljárásnak ismétlésével végül olyan T_α^* tartományhoz jutunk, amely már nem tartalmaz huroktartományrészt. Ha T_β^* jelöli a gömbnek a T_α^* tartományon kívüli tartományát és ξ^* , illetőleg η^* jelenti azoknak a csak O -ban összefüggő α , illetőleg β színű tartományrészeknek a számát, amelyekből a T_α^* , illetőleg T_β^* áll, akkor fennáll az

$$\eta^* - \xi^* = \eta - \xi$$

egyenlőség.

A 2. §-ban megtett vizsgálatokból következik, hogy a T'_α és hasonlóképp a $T'_\alpha, T''_\alpha, \dots, T_\alpha^*$ tartomány teljes határvonala olyan egy vonallal befutható görbét alkot, amilyennek a C görbét értelmeztük. Válasszuk ki tehát a T_α^* tartomány egyik tartományrészét alaptartománynak, s abból kiindulva lássuk el a T_α^* tartományhoz tartozó C^* görbe O -ból kiinduló és ott végződő $m^* = 2\mu^*$ ívét α és β színnel úgy, miként a 2. §-ban leírtuk, akkor az α színű ívek x^* és a β színű ívek y^* számára az

$$x^* - y^* = \eta^* - \xi^* + 1 = \eta - \xi + 1$$

egyenlőséget kapjuk.

A T_α^* tartomány alaptartományrészének csak α színű ize van, a többi tartományrészének van egy-egy β színű határive, de van legalább egy-egy α színű határive is, mert a T_α^* tartománynak egy huroktartományrésze sem lévén, minden tarto-

mányrészének legalább két határive van. Ebből következik, hogy $x^* > y^*$, ennél fogva a 2. §. végén kapott egyenlőségek alapján $x^* - y^* = 2$ és így

$$\eta - \xi + 1 = 2, \quad \text{vagyis} \quad \eta - \xi = 1.$$

Ezzel kimutattuk, hogy a T_α és T_β tartományok közül abban a tartományban lehetséges az O -n páratlan számszor átmenő zárt görbe, amely eggyel kevesebb tartományrészből áll. Ez a tartomány a T_α tartomány, ha $\xi - \eta = -1$, és a T_β tartomány akkor, ha $\xi - \eta = 1$. Az első esetben $x - y = 2$, a második esetben $x - y = 0$.

Az eddigiek alapján kimondhatjuk a következő tételt:

Ha a gömbön C olyan zárt görbe, amelynek az O pontban közönséges 2μ -szörös pontja van, azonkívül más valóságos többszörös pontja nincs, akkor a C görbe a gömböt $2\mu + 1$ tartományra bontja. Ezeket a tartományokat lehet α és β színekkel úgy jellemezni, hogy bármely két olyan tartomány, melynek van közös határvonala, különböző színű legyen. Az egyszínű tartományok száma μ és $\mu + 1$.

Ha a $2\mu + 1$ tartomány közül egy a színű tartományt alaptartománynak választunk ki, akkor a C görbének azt a 2μ ívét, amelyre a görbét az O 2μ -szörös pont felbontja, a következő módon az α és β színekkel lehet jellemezni:

Az alaptartomány mindenik határiveit a színre festjük. Az alaptartománnyal szomszédos (β színű) tartományoknak többi határiveit β színnel látjuk el, az ezek mentén szomszédos (α színű) tartományoknak a közös β színű határvonaltól különböző határiveit α színre festjük és ezt az eljárást tovább folytatjuk.

Ha az α színű ívek számát x , a β színű ívek számát y , az α színű tartományok számát ξ , a β színűekét η jelöli, akkor vagy

$$x = \mu, \quad y = \mu, \quad \xi = \mu + 1, \quad \eta = \mu;$$

vagy

$$x = \mu + 1, \quad y = \mu - 1, \quad \xi = \mu, \quad \eta = \mu + 1.$$

A $2\mu + 1$ tartománynak O körül 4μ szögpontja van, amelyek közül az átellenes szögpontok ugyanolyan színű tartomá-

nyokhoz tartoznak. Ha két olyan tartományt, amelyekhez tartozik egy-egy egymással szemközt fekvő szögpont, O -n keresztül összefüggőnek tekintünk, akkor az egyszínű tartományok összefüggő T_α , illetőleg T_β tartományt alkotnak. A T_α és T_β tartományok közül abban és csak abban lehetséges O -n páratlan számszor keresztülmenő I' zárt görbét rajzolni, amely kevesebb tartományból van összetéve.

A tétel természetesen akármilyen gömbtípusú zárt felületre is áll.

4. A maximális osztályindexű, egy menetből álló síkgörbe rendszámára vonatkozó tétel bizonyítása.

Az előzők alapján most már kimutathatjuk a következő tételt:

Egy n -ed osztályú p -ed fajú, egy menetből álló síkgörbe m rendszáma elérheti a $2n-2+2p$ számot, de ennél nagyobb nem lehet.

Ennek a tételnek bebizonyítására jelentsen a G görbe (miként az 1. §-ban) egy olyan egy menetből álló n -ed osztályú m -ed rendű p -ed fajú inflexiós pontnélküli síkgörbét, amelyet a sík végtelen távoli egyenese $m=2\mu$ egymástól különböző pontban metsz. Hasonlóképp jelentsen K egy olyan elég nagy sugarú kört, amely és amellyel koncentrikus nagyobb körök a görbét $2m=4\mu$ különböző pontban metszik.

A G görbének a K körbe eső m íve a kört $m+1$ részre osztja. Ezek közül azokat, melyeknek pontjaiból a G görbe íveinek konvex oldala érhető el, α , a többieket β színnel fogjuk befesteni. Ezt a színezést a K körön túl is, a végtelen távolig folytathatjuk és akkor az α , illetőleg β színű tartományok folytatásaikkal egyetlen összefüggő \bar{T}_α , illetőleg \bar{T}_β tartományt alkotnak.

A G görbe fajszáma¹ 0, illetőleg 1 a szerint, amint a T_β tartomány, amelynek pontjaiból a G görbéhez $n-2$ érintő húzható, egyszeresen, illetőleg kétszeresen összefüggő, tehát a sze-

¹ L. a C és D dolgozatokat.

rint, amint a T_α tartomány kétszeresen, illetőleg egyszeresen összefüggő.

Ha az S gömb a G görbe síkját a K kör középpontjában érinti és ha a G görbét az érintéspontnak a gömbön való O ellenpontjából a gömbre projiciáljuk, akkor olyan görbét kapunk a gömbön, amely topologiai szempontból megegyezik azzal a G görbével, amelyet az előző két §-ban vizsgáltunk.

A G görbe és stereografikus projekciója közötti vonatkozásból következik, hogy az α színű tartományok száma a \bar{K} körben μ vagy $\mu+1$, a T_α tartomány összefüggési száma ennek megfelelően 2, illetőleg 1, a G görbe fajszáma tehát 0, illetőleg 1.

A G görbe csúcspontjainak r számára fennáll az

$$r = n - 2 + 2p$$

egyenlet.¹ A csúcspontoknak a K körben való elhelyezkedésére vonatkozólag két eset lehetséges: *a)* vagy van minden α színű tartomány határán legalább egy csúcspont, *b)* vagy nincs.

a) Ha minden α színű tartomány határán van legalább egy csúcspont, akkor, mivel a $p=0$, illetőleg $p=1$ esetben az α színű tartományok száma μ , illetőleg $\mu+1$, a $p=0$, illetőleg $p=1$ esetre fennáll a

$$u \leq r = n - 2 + 2p = n - 2,$$

illetőleg a

$$\mu + 1 \leq r = n - 2 + 2p = n$$

egyenlőtlenség. Mindkét esetben fennáll tehát az

$$m = 2\mu \leq 2n - 4 + 2p$$

egyenlőtlenség.

Minthogy úgy a $p=0$, mint a $p=1$ fajsámú n -ed osztályú egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbék között vannak olyanok,² melyeknek rendszáma eléri a $2n-2+2p$ számot, azért az *a)* eset nem állhat fenn minden G görbére.

b) Ha van olyan α színű tartomány a \bar{K} körben, amelynek határán nincs egy csúcspontja sem a G görbének, akkor ezt a

¹ L. a G dolgozatot.

² L. az A dolgozatot.

tartományt alaptartománynak tekintve, a görbének a K körbe eső $m=2\mu$ ívét úgy színezzük, mint a G görbének a K körön kívüli íveit a gömbön színeztük.

A G görbe \bar{K} körön belüli íveinek ilyen színezése után az 1. §-ban kimutatott tétel szerint mindegyik β színű íven van legalább egy csúcspontja a G görbének.

Ez az állítás nyilvánvaló az alaptartománnyal szomszédos (β színű) tartományok β színű határiveire, mert a β színű tartományok pontjaiból a G görbe ívei konkáv oldalukon érhetők el (a görbe és a K kör átlépése nélkül), továbbá azért, mert föltevésünk szerint az alaptartománynak a szomszédos β színű tartományokkal közös (α színű) határivein a G görbének nincs csúcspontja. De ezek alapján könnyen belátható az állítás igazsága bármely más β színű ívre, ha azokat az α színű tartományokat, amelyek az illető β színű ívet az alaptartomány legközelebbi határiveitől elválasztják, a hozzájuk tartozó összes határivekkel együtt a \bar{K} körből kiemeljük.

Ha tehát y jelenti a β színű ívek számát, akkor $r \geq y$. Az előző §-ban kimondott tétel alapján y értéke vagy $\mu-1$, vagy μ , ennek megfelelően a β színű tartományok száma $\mu+1$, illetőleg μ , a T_β tartomány összefüggési száma 1, illetőleg 2, a G görbe fajsza tehát 0, illetőleg 1.

Ebből következik, hogy fennáll a következő egyenlőtlenség:

$$\mu - 1 \leq r = n - 2 + 2p = n - 2, \quad \text{ha } p = 0;$$

és

$$\mu \leq r = n - 2 + 2p = n, \quad \text{ha } p = 1.$$

Az $m=2\mu$ egyenlőség alapján tehát $p=0$, illetőleg $p=1$ esetre fennáll az

$$m \leq 2n - 2, \quad \text{illetőleg } m \leq 2n$$

egyenlőtlenség, vagyis úgy $p=0$ -ra, mint $p=1$ -re igaz az

$$m \leq 2n - 2 + 2p$$

egyenlőtlenség.

Ezzel a bevezetésben kimondott tételünket teljesen bebizonyítottuk.

ÜBER DIE ORDNUNG DER EINZÜGIGEN KURVEN VON MAXIMAL-KLASSENINDEX.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

In einer vorigen Abhandlung¹ hat der Verfasser unter anderen bewiesen, dass die Ordnung m einer einzügigen Kurve n -ter Klasse vom Maximal-Klassenindex und vom Geschlechte p die Zahl $2n-2+2p$ erreichen kann. Hier wurde der Satz bewiesen, dass die Ordnung der Ungleichung $m \leq 2n-2+2p$ immer genügen muss.

Für den Beweis dieses Satzes wurde der folgende Satz gezeigt:

Hat die geschlossene Kurve C der Sphäre ausserhalb eines gewöhnlichen 2μ -fachen Punktes keinen anderen mehrfachen Punkt, so teilt sie die Sphäre in $2\mu+1$ Bereiche, die sich mit zwei Farben α und β so färben lassen, dass je zwei (längs eines Randbogens) benachbarte Bereiche verschiedene Farben haben. Die Anzahl der Bereiche von derselben Farbe ist μ oder $\mu+1$.

Der 2μ -fache Punkt teilt die Kurve C in 2μ Bögen, welche die Randbögen der $2\mu+1$ Bereiche sind. Wird ein α farbiger Bereich als »Fundamentalebereich« gewählt, so lassen sich die 2μ Bögen mit den Farben α und β auf folgende Weise charakterisieren: Der Fundamentalebereich hat nur α farbige Randbögen, jeder der übrigen 2μ Bereiche hat einen und nur einen Randbogen von abweichender Farbe, seine übrigbleibenden Randbögen haben die Farbe des Bereiches.

¹ «Über die Ordnung der ebenen Kurven von Maximal-Klassenindex», Mat. és Természettud. Ért., Bd. 44 (1927), S. 446.

Bedeutet x bzw. y die Anzahl der Bögen von der Farbe α bzw. β ; und ξ bzw. η die Anzahl der Bereiche von der Farbe α bzw. β , so sind entweder

$$\begin{aligned} & x = \mu, \quad y = \mu, \quad \xi = \mu + 1, \quad \eta = \mu; \\ \text{oder} \quad & x = \mu + 1, \quad y = \mu - 1, \quad \xi = \mu, \quad \eta = \mu + 1. \end{aligned}$$

Ist T_α bzw. T_β , das Gebiet, das aus den sämtlichen Bereichen von der Farbe α bzw. β zusammengesetzt ist, so enthält nur das aus μ Bereichen bestehende Gebiet eine solche geschlossene Kurve, die im 2μ -fachen Punkte eine ungerade Multiplizität besitzt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Mai 1927.)

ÉLEIVEL GÖMBÖT ÉRINTŐ TETRAÉDER.

KLUG LIPÓT-tól.

Az általános tetraédereken kívül vannak különös tetraéderek, amelyek csak azokat jellemző tulajdonsággal bírnak. Ilyen az orthocentrikus tetraéder, amelynek négy magassága egymást egy pontban, a tetraéder orthocentrumában (vagy magasságpontjában) metszi s amely e tulajdonsága miatt leginkább tekinthető a síkháromszög térbeli analogonjának. Egy másik ily különös tetraéder az egyenoldalú; ennek lapjai ugyan általános háromszögek, amelyek azonban kongruensek egymáshoz, amiből folyólag e tetraédernek számos az általános tetraéderen fel nem található sajátossága van, mint azt egy dolgozatomban (Mathematikai és Phys. Lapok, XXVIII. k. 1918.) megírtam.

Jelen dolgozatomnak tárgya szintén egy különös tetraéder, és pedig olyan, amelynek élei egy gömbnek érintői. Hogy az általános tetraédernek hat éle nem lehet egy gömbnek érintője, könnyen belátható. Minden tetraédernek öt éle két, egy közös oldalú háromszögnek oldala. E két háromszögbe írt körök nem érintik a közös oldalt ugyanegy pontban, tehát akkor e körök nem lehetnek egy gömbön, vagyis nincs olyan gömb, amely ama tetraédernek öt élet érintené. De ha a két háromszöget akkép vesszük is fel, hogy két azokba beírt kör egymást érintse, még akkor sem fogja általában a szabad csúcsokat összekötő egyenes a két körön átmenő gömböt érinti, azaz a két háromszög nem lesz két lapja az oly tetraédernek, amelynek élei egy gömbnek érintői.

Az ilyen tetraéder még másban is különbözik az előbb említett két különös tetraédertől. Ugyanis, míg amazoknak szer-

kesztése igen egyszerű, az ilyen tetraédernek meghatározása, amelynek élei egy gömbnek érintői, már magában összetett szerkesztéseket kíván. Ezeknek megállapítása és az ily tetraédereket jellemző tulajdonságok kimutatása tárgya a jelen dolgozatnak. Előre mondhatjuk, hogy három csúcs vagy három lap az ily tetraédereket annyiban határozza meg, hogy az első esetben a negyedik csúcs csak bizonyos négy kúpszeletnek lehet a pontja, a második esetben pedig a negyedik lap négy pár síksornak lehet a síkja, amely síksorok tengelyei végtelen távol vannak.

*

1. Induljunk ki az ABC háromszögből, amelynek BC , CA és AB oldala: a , b és c , és jelöljük h_a , h_b és h_c -vel azt a három hiperbolát, amely az A , illetőleg a B és a C ponton megy át és gyújtópontjai megfelelőleg BC , CA és AB . E hiperboláknak hat csúcsa a háromszögbe írható négy körnek a háromszög véges oldalain levő hat érintőpontja, és ha $a > b > c$, akkor a h_a , h_b és h_c hiperbolának főtengelyei: $b - c$, $a - c$ és $a - b$.

Ha a h_a és h_c hiperbolák ama ágainak metszőpontját, amelyen a B , illetőleg a C pont van, M -mel, a másik két ág metszőpontját M' -mel jelöljük, akkor kimutatható, hogy az A , M pontok a h_a hiperbolának is egyik ágán vannak, az M' pont pedig a másik ágon. (1. ábra.)

Ugyanis, ha az

$$MC - MA = a - c \text{ és } MB - MA = a - b$$

egyenleteket egymásból kivonjuk, kapjuk az

$$MC - MB = b - c$$

egyenletet, amely azt mutatja, mert $AC - AB$ is egyenlő $(b - c)$ -vel, hogy az M és az A pont a h_a hiperbola ugyanegy ágán van.

Hasonlóképp kimutatható ama állításunk, hogy az M' pont a három hiperbola másik ágán van. A h_a , h_b , h_c három hiperbola tehát az MM' pontpáron megy át és egymást még páronként két-két pontban metszi, amelynek három összekötő egyenese, mint három egy közös húrral (MM' -mel) bíró kúpszeletnek ehhez rendelt más három húrja, egy pontban találkozik.

2. Ha a h_b , h_c hiperbolák közös A gyújtópontjából, mint

középpontból, tetszésszerű sugárú x kört írunk le, akkor a h_b és x -nak az AC oldalra merőleges két közös húrja a h_c és a x -nak az AB oldalra merőleges két közös húrját a h_b és h_c hiperbolák MM' közös húrján és még egy másik ehhez rendelt közös húrján metszi.

E jelenség a következő tételen alapszik:

3. Ha három kúpszeletnek páronként egy közös kontingenspontja van, akkor a kúpszeletpároknak e kontingensponthoz rendelt húrpárjai egy négyyszögnek oldalai, azaz egymást hármasával négy pontban metszik.¹

¹ A tételt ebben az általánosságban sehol sem találtam, de mert a továbbiakban felhasználom, dolgozatom teljessége végett itt bizonyítom:

Legyen k_1, k_2, k_3 három kúpszelet, amelynek S a közös kontingenspontja (azaz: egy közös valós vagy képzetes érintőpárnak metszéspontja) és legyen s_1, s_2, s_3 az S pontnak e kúpszeletekre vonatkozó polárisa.

A k_1k_2, k_2k_3 és k_1k_3 kúpszeletpároknak az S kontingensponthoz rendelt közös húrpárjai: $t_{12}t'_{12}, t_{23}t'_{23}$ és $t_{13}t'_{13}$ harmonikusan választják el az s_1s_2, s_2s_3 és s_1s_3 polárispárokat.

Válasszunk két különböző húrpárhoz tartozó húrt, például a t_{13} és t_{23} -at és jelöljük ezek $(t_{13}t'_{23}) =: P$ metszéspontjának polárisát a három kúpszeletre vonatkozólag p_1, p_2 és p_3 -mal.

A PS egyenes pólusai $(p_1s_1), (p_2s_2)$ és (p_3s_3) a három kúpszeletre nézve az S kontingensponton átmenő PS egyeneshez konjugált polárisban vannak és ezért a $p_1p_2p_3, s_1s_2s_3$ háromszögek perspektívek.

Az első háromszögnek $(p_1p_2), (p_2p_3)$ és (p_3p_1) csúcsa konjugált pólusa a P -nek a k_1k_2, k_2k_3 és k_1k_3 kúpszeletpárookra nézve, és mert a t_{13}, t_{23} közös húrok is a P ponton mennek át, azért a (p_1p_3) pont rajta van a t_{13} húron és a (p_2p_3) pont rajta van a t_{23} húron. Másrészt az $(s_1s_3), (s_2s_3)$ pontok is megfelelőleg a t_{13}, t_{23} húron vannak: tehát ama perspektív háromszögeknek perspektívközéppontja a P pont, amiért is ez a P pont a háromszögek $(p_1p_2), (s_1s_2)$ homolog csúcsaival ugyanegy egyenesen van.

De a k_1k_2 kúpszeletpárra vonatkozó $(p_1p_2), P$ konjugált pólusok az (s_1s_2) ponttal egy egyenesen vannak; ez az egyenes pedig nem lehet más, mint az (s_1s_3) ponton átmenő t_{12} vagy t'_{12} közös húrok egyike, amely tehát a t_{12}, t_{23} közös húrok metszéspontján megy át.

E szerint az S közös kontingensponttal bíró k_1, k_2, k_3 kúpszeletnek e kontingensponthoz rendelt közös húrpárjai: $t_{12}t'_{12}, t_{13}t'_{13}, t_{23}t'_{23}$ egy négyyszögnek szemben fekvő oldalai; ennek csúcsai: $t_{12}t'_{13}t'_{23}, t'_{12}t'_{13}t_{23}, t'_{12}t_{13}t_{23}, t_{12}t'_{13}t_{23}$ és átlóháromszögének oldalai az S pont polárisai s_1, s_2, s_3 .

A tétel duális tétele három körre nézve metrikus vonatkozásból könnyen igazolható és így szól: „három kör hat hasonlósági pontja hármasával négy egyenesen, a körök hasonlósági tengelyein van.”

A h_b , h_c hiperboláknak közös gyújtópontja A és a x körnek középpontja A , kontingenspontja mind a három görbepárnak, amiért is a h_b és x -nak az AC egyenesre merőleges közös húrparjai, amelyek az AC egyenes pólusában találkoznak és a h_c és x -nak az AB egyenesre merőleges közös húrparjai, amelyek az AB pólusában találkoznak, a közös kontingensponthoz, A -hoz, rendelt közös húrparok, tehát ezeknek négy metszéspontja a h_b , h_c hiperboláknak az A -hoz rendelt két közös húrján van, amelyeknek egyike, mint látni fogjuk, az MM' .

Ha az A középpontú és változó sugarú x kör végtelen kicsiny, akkor ez a h_b , h_c hiperbolákat az A gyújtóponthoz tartozó vezérlővonalukon érinti kettősen; ez utóbbiaknak metszéspontja tehát a h_b , h_c hiperboláknak egyik közös húrján (MM' -en) van.

Ha a x kör a h_b hiperbolát az A -hoz közelebbi csúcsban érinti, akkor az a h_c hiperbolát is az A -hoz közelebbi csúcsban érinti és a két érintőnek metszéspontja, amely az ABC háromszögbe írt k körnek K középpontja, szintén egyik pontja az egyik közös húrjának.

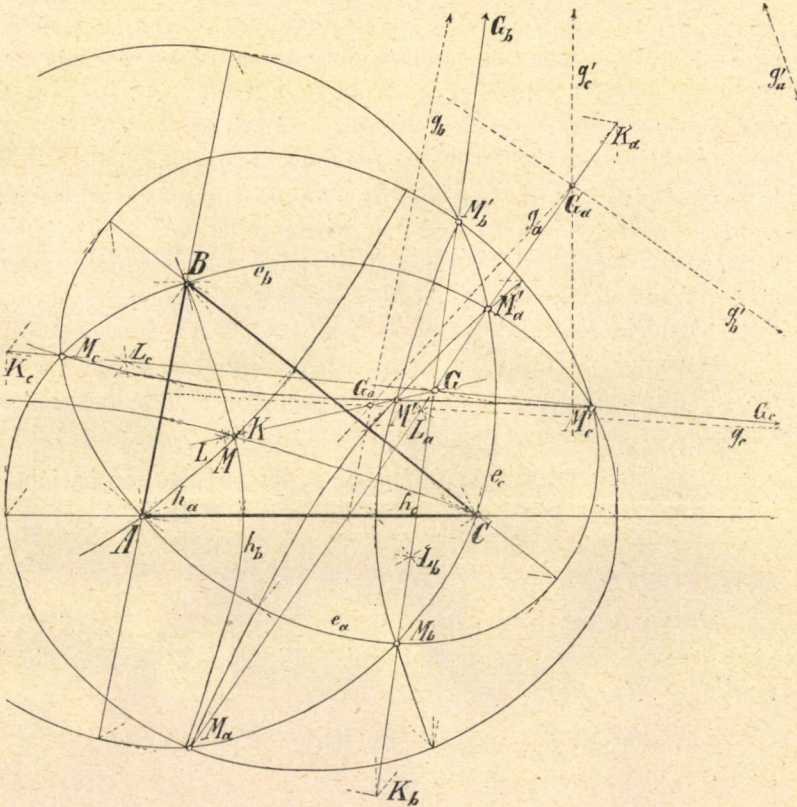
Ha végre x -nak azt a kört választjuk, amelynek sugara az ABC háromszög BC oldala, akkor a x kör és a h_b hiperbolának az AC oldalra merőleges egyik közös húrja és a x kör és h_c hiperbolának az AB oldalra merőleges egyik közös húrja egy-egy magassága annak az $A_1B_1C_1$ háromszögnek, amely az ABC háromszög köré írt és azzal párhuzamos oldalú háromszög. Így tehát az $A_1B_1C_1$ háromszög G magasságpontja (amely az ABC háromszög magasságpontjával a körülírt kör középpontjára vonatkozólag szimmetrikus), szintén rajta van a h_b , h_c hiperbolák egyik közös húrján.

Minthogy ugyancsak ezt a G és K pontot nyerjük akkor is, ha a h_b , h_c hiperbolák helyett a h_c , h_a , valamint a h_a , h_b hiperbolákat választjuk, azért a G , K pontok mind a három hiperbolának közös MM' húrján vannak.

Ennek az $MM'GK$ húrnak egy L pontjában metszik egymást az ABC háromszögbe írt k körnek érintőpontjait a szemben fekvő csúcsokkal összekötő egyenesek, mert ezek a K pontnak a három hiperbolára vonatkozó polárisai, és metszéspontjuk

a K -hoz konjugált pólus. Ez a húr pedig az L pontnak az ABC háromszögre vonatkozó (harmónikus) polárisára, l -re, (amely egyszersmind az L pontnak a k körre vonatkozó polárisa) merőleges.

Ép így a G pontnak a h_a, h_b, h_c hiperbolákra vonatkozó



1. ábra.

g_a, g_b, g_c polárisai is egymást a G -hez konjugált pólusban, G_0 -ben, metszik az MM' közös húron.

Ha az ABC háromszög AB, BC, CA oldalait a rajtuk levő csúcsokkal szemben fekvő oldalak viszonya szerint osztjuk belsőleg és külsőleg, és a külső osztópontokat a G ponttal összekötő három egyenesre megfelelőleg a belső osztópontokból merő-

legeseket bocsátunk, akkor e három merőleges g_a, g_b, g_c lesz a G pontnak a h_a, h_b, h_c hiperbolára vonatkozó polárisa.

Végre az a pontpár, amely a három hiperbolának KL és GG_0 konjugált póluspárjait harmonikusan elválasztja, a három hiperbolának közös pontpárja MM' .

4. Jelöljük folytatólag az ABC háromszögbe írt ama három kört, amely a BC, CA és AB oldalakat a véges részükben, a többieket pedig a másik részben érinti, a k_a, k_b és k_c -vel, ezeknek középpontját K_a, K_b és K_c -vel, továbbá legyen e_a, e_b és e_c az a három ellipszis, amely megfelelőleg a háromszög A, B, C csúcsán megy át és gyújtópontpárja a háromszög másik két csúcsa. E három ellipszis tehát az előbbi három hiperbolával a háromszög csúspontpárjait illetőleg konfokális, és ugyanoly indexszel ellátott ellipszis és hiperbola egymást a háromszög harmadik csúcsában metszi.

Hasonlókép, mint az előbbieken kimutattuk, hogy a h_a, h_b, h_c hiperbolák egymást a GK egyenes MM' pontpárjában metszik, itt is igazolható, hogy

a h_a, e_b, e_c kúpszeletek egymást a GK_a egyenes $M_aM'_a$ pontpárjában,

a h_b, e_c, e_a " " a GK_b " $M_bM'_b$ "

a h_c, e_a, e_b " " a GK_c " $M_cM'_c$ "

metszik.

Mutassuk ezt ki az első kúpszelethármasra!

Legyen az e_b, e_c monofokális ellipszisnek egyik metszőpontja az M_a pont. Ekkor az

$$M_aA + M_aC = c + a \text{ és } M_aA + M_aB = b + a$$

egyenletekből következik, hogy

$$M_aB - M_aC = b - c,$$

tehát az M_a pont az A ponttal a h_a hiperbolának ugyanegy ágán van.

Ugyanígy kimutatható, hogy az e_b és e_c ellipszisek második metszőpontja M'_a , a h_a hiperbolának másik ágán lesz.

Az A pontból, mint középpontból leírt κ köröknek ama közös húrjai az e_b és e_c ellipszisekkel, amelyek az AC , illetőleg az AB egyenesre merőlegesek, egymást (részben) az $M_aM'_a$ húron

metszik. E közös húroknak egyik metszéspontja, ha a x kör sugara egyenlő BC -vel, a G pont; ha pedig a x kör az e_b , e_c ellipsziseket azoknak egyik csúcsában a főtengelyen érinti, a K_a pont.

Minthogy pedig ugyanezt a G és K_a pontot nyerjük hasonló művelettel, ha az A pontot a B vagy C -vel, az e_b vagy e_c ellipszist a h_a hiperbolával fölcseréljük, azért a G és K_a pont a h_a , e_b és e_c küpszeletek közös $M_a M'_a$ húrján van.

A K_a pont polárisai a h_a , e_b és e_c küpszeletekre vonatkozólag a k_a kör és a BC , CA és AB háromszögoldalak érintőpontjainak összekötő egyenesei a szemben fekvő csúcsokkal; ezek pedig egymást a küpszeleteknek a K_a -hoz konjugált pólusában, L_a -ban, metszik, amely a K_a pontot az $M_a M'_a$ pontpártól harmonikusan választja el. Végre a $GK_a L_a M_a M'_a$ egyenes merőleges az L_a pontnak az ABC háromszögre és a k_a körre vonatkozó polárisára, az l_a egyenesre.

A G pontnak polárisait g'_a , g'_b és g'_c az e_a , e_b és e_c ellipszisekre nézve megkapjuk, ha az ABC háromszög BC , CA és AB oldalait a rajtuk fekvő csúcsokkal átellenes oldalak viszonya szerint külsőleg és belsőleg osztjuk és a külső osztópontokból merőlegeseket bocsátunk arra a három egyenesre, amely a belső osztópontokat a G ponttal összeköti; ezek a merőlegesek már polárisai a G pontnak az illető ellipszisekre vonatkozólag.

A G pontnak mind a hat küpszeletre vonatkozó polárisai pedig egy négyszöget alkotnak, amelynek $G_o = (g_a, g_b, g_c)$, $G_a = (g_a, g'_b, g'_c)$, $G_b = (g'_a, g_b, g'_c)$, $G_c = (g'_a, g'_b, g_c)$ csúcsai, mint a $h_a h_b h_c$, $h_a e_b e_c$, $h_b e_a e_c$, $h_c e_a e_b$ küpszelethármasoknak a G ponthoz konjugált pólusai: az MM' , $M_a M'_a$, $M_b M'_b$, $M_c M'_c$ húrokat harmonikusan választják el a G ponttól.

5. A talált M , M' , ... M'_c nyolc pontnak még más vonatkozása is van az ABC háromszöghöz.

Ugyanis a h_a , h_b , h_c hiperbolák M metszéspontja az $MB - MA = CB - CA$, $MC - MB = AC - AB$ és $MC - MA = BC - BA$ egyenletek miatt oly helyzetű, hogy az MAB , MBC és MCA háromszögekbe írt három kör, amely az ABC háromszög oldalait a k körön és így a hiperbolák egyik-egyik csúcsában érinti, egymást is páronként az MA , MB és MC egyeneseken érinti.

Ugyanez mondható az $M'AB$, $M'BC$ és $M'CA$ háromszögekbe írt három körről is, amely az ABC háromszög oldalait a k körön és egymást az $M'A$, $M'B$ és $M'C$ egyeneseken érinti.

Tekintve, hogy az M_a -nak, mint a h_a , e_b és e_c küpszeletek egyik metszéspontjának helyzete olyan, hogy az $M_aB - M_aC = AC - AB$, $M_aA + M_aC = BA + BC$ és $M_aA + M_aB = CA + CB$ egyenletek helyesek: az M_aBC , M_aAC és M_aAB háromszögekbe írt három kör, amely az ABC háromszög BC oldalát a k_a körön és a h_a hiperbola egyik csúcsában, a CA és AB oldalakat pedig a k_a körön és az e_b , illetőleg e_c ellipszisek egyik csúcsában érinti, egymást is az M_aA , M_aB és M_aC egyeneseken fogja érinteni.

Minthogy a többi $M'_a \dots$ pontról is ugyanez mondható, az eddigi eredményeket a következő tételbe foglalhatjuk össze:

Ha az ABC háromszögbe írt K középpontú k kör annak mind a három véges oldalát érinti és ugyanabba írt K_a , K_b és K_c középpontú k_a , k_b és k_c kör a háromszögnek BC , illetőleg CA és AB véges oldalait érinti és ama három-három egyenesnek a metszéspontját, amely az oldalak érintőpontját a szemben fekvő háromszögszúcsokkal összekötik, rendre L , L_a , L_b és L_c -vel jelöljük, akkor a KL , K_aL_a , K_bL_b és K_cL_c egyenesek (mint az L , L_a , L_b és L_c pontoknak az ABC háromszögre vonatkozó l , l_a , l_b és l_c polárisaira merőlegesek) egymást abban a G pontban metszik, amely az ABC háromszög köré írt kör középpontjára nézve a háromszög magasságpontjával szimmetrikus.

Ha az ABC háromszög BC , CA és AB oldalát a rajtuk fekvő csúcsokkal átellenes oldalak viszonya szerint osztjuk külsőleg és belsőleg, és az osztópontoknak a G ponttal való hat összekötő egyenesére a belső-, illetőleg a külső osztópontokból merőlegeseket bocsátunk, akkor a belső osztópontokból bocsátott három merőleges g_a , g_b és g_c egymást a G_o pontban metszi, a külső osztópontokból bocsátott három merőleges g'_a , g'_b és g'_c pedig egy háromszöget alkot, amelynek $G_a = (g'_b g'_c)$, $G_b = (g'_c g'_a)$ és $G_c = (g'_a g'_b)$ csúcsai a g_a , g_b és g_c egyeneseken vannak. E hat egyenes tehát egy négyszögnek hat oldala, amelynek G_o , G_a , G_b , G_c csúcsai az előbbi GKL , $G_aK_aL_a$, $G_bK_bL_b$, $G_cK_cL_c$ egyeneseknek pontjai.

A GG_o , KL ; GG_a , KA_La ; GG_b , KB_Lb és GG_c , $KCLc$ pontpárok pedig négy új pontpárt: MM' , $M_aM'_a$, $M_bM'_b$ és $M_cM'_c$ -t határoznak meg, amely amazokat harmonikusan választja el.

Az ABC háromszögből még három konfokális kúpszeletpár h_{ae_a} , h_{be_b} és h_{ce_c} is levezírmaztatható, amelynek megfelelően gyújtópontjai a háromszög BC , CA és AB csúcsai és amely párok egymást az A , B , illetőleg C csúcsokban metszik. Ez a hat kúpszelet, amely közül h_a , h_b és h_c hiperbola, a másik három pedig ellipszis, oly helyzetű, hogy a $h_a h_b h_c$ hiperbolák egy-egy ága a háromszögcsúcsokkal együtt az előbbi M ponton, a másik ága az M' ponton, a $h_a e_b e_c$, $h_b e_a e_c$ és $h_c e_a e_b$ kúpszelet-hármasok pedig megfelelően az $M_a M'_a$, $M_b M'_b$ és $M_c M'_c$ pontpáron mennek keresztül úgy, hogy e pontpárok az M' ponttal egy-egy hiperbolaágon vannak.

Az ABC háromszögnek három csúcsa és e nyolc pont M, \dots, M'_c bármelyike egy négyszögnek négy csúcsa; ennek négy háromszögébe négy oly kör írható, amelynek mindegyike a másik három kört érinti; e körök közül tehát egy az ABC háromszögbe írható k , k_a , k_b , k_c köröknek valamelyike.

Az így keletkezett nyolc négyszög nyolc (síkká) elkorcsosult tetraéderek; ezeknek élháromszögeibe írt egymást páronként érintő négy kör pedig a tetraéderek éleit érintő gömb köreinek tekinthető.

Jegyzet. Az MM' pontpárt, amelynek segélyével az ABM , BCM és ACM , valamint az ABM' , BCM' és ACM' háromszögekbe írt és a k kört az ABC háromszög BC , CA és AB oldalainak A_1 , B_1 és C_1 pontjaiban érintő körhármassokat szerkesztettük, a h_a , h_b és h_c hiperboláktól függetlenül is meghatározhatjuk. (2. ábra.)

Ugyanis, azok az A_3 , B_3 és C_3 pontok, amelyekben a BC , $B_1 C_1$; CA , $C_1 A_1$ és AB , $A_1 B_1$ egyenespárok egymást metszik, hasonlósági pontjai az előbbi körhármassokból képezett három-három körpárnak és az AA_1 , BB_1 és CC_1 egyenesek, mint az A_3 , B_3 és C_3 pontoknak a k körre vonatkozó polárisai a $B_1 A_1$, $C_1 A_1$ és $A_1 B_1$ egyeneseket megfelelőleg a k körnek az A_3 , B_3 és C_3 pontokhoz konjugált pólusaiban A_2 , B_2 és C_2 -ben metszik.

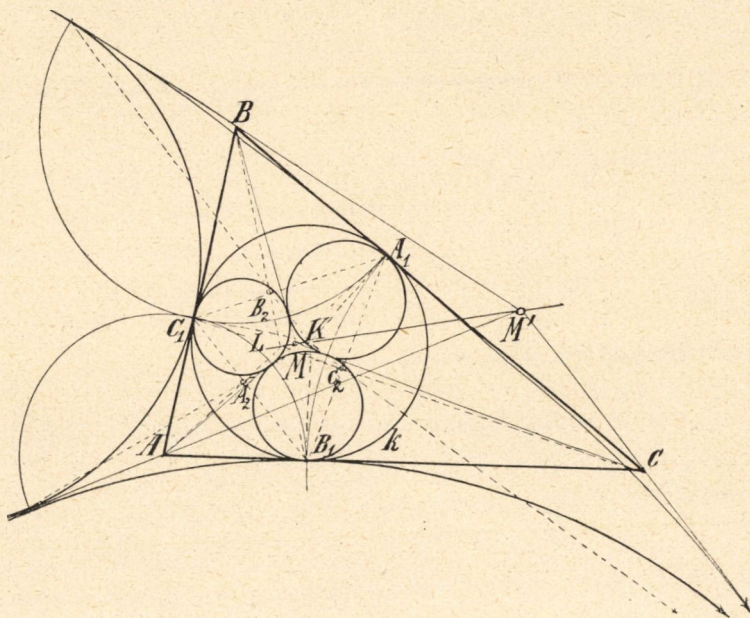
A KA_2 , KB_2 és KC_2 egyenesek pedig polárisai az A_3 , B_3 és C_3 pontoknak az A , B és C pontokból, mint középpontokból leírt és a $B_1 C_1$, $C_1 A_1$ és $A_1 B_1$ pontokon átmenő körökre vonatkozólag; és e polárisok a három kört oly pontpárokból metszik, amelyekben a keresett körhármassok az AM , AM' ; BM , BM' és CM , CM' egyeneseket érintik és amely metsző-

pontok még az A , B és C pontokból a KL egyenesnek a keresett MM' pontpárjába projiciálhatók.

Ugyanígy lehet a k_a , k_b és k_c köröknek felhasználásával a K_aL_a , K_bL_b és K_cL_c egyeneseknek az $M_aM'_a$, $M_bM'_b$ és $M_cM'_c$ pontpárjait és az illető körhármassoknak érintőpontjait az AM_a , AM'_a ; ... egyenesekkel is meghatározni.

E szerint:

Ha az ABC háromszögbe írt K középpontú k kör a háromszög BC , CA és AB oldalait az A_1 , B_1 és C_1 pontokban érinti és $A_2 = (AA_1, B_1C_1)$,



2. ábra.

$B_2 = (BB_1, C_1A_1)$ és $C_2 = (CC_1, A_1B_1)$, akkor a KA_2 , KB_2 és KC_2 egyenesek az A , B és C pontokból, mint középpontokból megfelelőleg a B_1C_1 , C_1A_1 és A_1B_1 pontokon át leírt köröket oly hat pontban metszik, amelyekhez tartozó sugarak hármassával az M , M' pontokban találkoznak.

A BCM , CAM és ABM , valamint a BCM' , CAM' és ABM' háromszögekbe írt körök, amelyek az ABC háromszög oldalait az A_1 , B_1 és C_1 pontokban érintik, egymást páronként szintén érintik, még pedig az utóbbi hat metszőpontban.

6. Tekintsük az előbbi három hiperbolát és a három ellipszist $h_a, \dots e$ -t, három kétágú forgáshiperboloid, illetőleg

három forgásellipszoid meridianjának, amelynek forgástengelyei az ABC háromszög oldalai, és jelöljük ezeket: H_a -, H_b - és H_c -, illetőleg E_a -, E_b - és E_c -vel.

E hat II. r. forgásfelület hármásával és pedig $H_a H_b H_c$, $H_a E_b E_c$, $H_b E_c E_a$ és $H_c E_a E_b$ az ABC síkjára merőleges síkú négy kúpszeleten megy át, amelynek főtengelyei MM' , $M_a M'_a$, $M_b M'_b$ és $M_c M'_c$, és amelyek közül az első egy m hiperbola, a többi három m_a , m_b és m_c pedig egy-egy ellipszis.

Ugyanis a H_b , H_c monofokális forgáshiperboloidok metszését MONGE eljárása szerint megkapjuk, ha azokat a forgástengelyük A metszőpontjából, mint középpontból leírható változó sugarú gömbökkel metsszük; minden ily gömb a két forgáshiperboloidot két-két körben metszi és az egyik körpárnak metszőpontja a másik körpárral a két forgásfelület metszövonalához tartozik. Minthogy azonban a metszőpontok derékszögű vetülete az ABC háromszög síkjára az MM' egyenesen van, azért e metszövonal két az ABC síkra merőleges síkú kúpszelet, amelynek tehát egyike az az m hiperbola, amelyben az MM' egyenesen átmenő és az ABC síkra merőleges sík a H_a és H_b hiperboloidot metszi, és amely hiperbola még a H_c hiperboloidon is rajta van.

Ugyanígy igazolható állításunk a többi három-három forgásfelület metszövonalát illetőleg.

Az m , m_a , m_b és m_c kúpszeletek egymást két az ABC síkra szimmetrikus SS' pontban metszik, amelyen tehát mind a hat II. r. forgásfelület $H_a \dots E_c$ és még az ABC háromszög minden csúcsából mint középpontból a szemben fekvő oldallal mint sugárral leírható három gömb egymást metszi. E szerint az $ABCS$, $ABCS'$ tetraéderek lapjai kongruens háromszögek és így maguk a tetraéderek egyenoldalúak (de nem szabályosak!). (L. szerzőnek «Az egyenoldalú tetraéder» című dolgozatát; Math. és Fizikai Lapok, XXVII. köt. 1918.)

7. Ha a D pont az m , m_a , m_b és m_c kúpszeletek egyikének, például az m -nek valamely pontja, akkor az m -en átmenő H_a , H_b és H_c forgóhiperboloidokat tekintve

$$\pm (DC \cdots DB) = AC - AB$$

$$\pm (DB \cdots DA) = CB - CA$$

$$\pm (DC \cdots DA) = BC - BA,$$

hol a baloldalon álló kettős jel közül a felső vagy az alsó érvenyes a szerint, amint a D pont a forgáshiperboloidoknak azon az ágán van, amely az ABC háromszög csúcsain megy keresztül vagy pedig a másik ágon.

A BCD , BAD és CAD háromszögekbe tehát lehet egy-egy oly kört írni, amely az ABC háromszög BC , BA és CA oldalait ott érinti, ahol a k kör. E három kör páronként egymást is érinti a DA , DC és DB egyeneseken, és így a k körrel együtt egy gömbön van, amely az $ABCD$ tetraédernek mind a hat élét érinti.

Az előbbi három egyenletből következik:

$$DA \pm DC = DB \pm AC = DC \pm AB,$$

ami azt jelenti, hogy az ily tetraéder szemben fekvő élpárjainak összege vagy különbsége állandó; mely utóbbi esetben figyelembe veendő, hogy az egy csúcsba ütköző élek nagyobbak a szemben fekvő éleknél.

Ha a D és D' pont az m hiperbolának végtelen távoli pontja, akkor az $ABCD$, $ABCD'$ tetraéderek az ABC síkra szimmetrikus végtelenbe nyúló háromoldalú hasábok, amelynek oldallapjai az m hiperbola aszimptótáival paralelek és alaplappja az ABC háromszög.

Ha ezután az m_a , m_b vagy m_c ellipszisek egyikén, például az m_a -n vesszük fel a D pontot, akkor a rajta átmenő E_b , E_c és H_a forgásfelületeket tekintve:

$$\begin{aligned} DC + DA &= BC + BA \\ DA + DB &= CA + CB \\ DB - DC &= AC - AB, \end{aligned}$$

tehát $AD - BC = AB - DC = AC - BD$.

E szerint, ha az $ABCD$ tetraéder egyik csúcsába (itt az A -ba) ütköző éleiből kivonjuk a szemben fekvő éleket, állandó vonaldarabot nyerünk.

Ezek után az 5. pont alatti tételt folytatólag a következőkkel egészíthetjük ki:

Az ABC háromszög csúcsaiból, mint középpontokból a szemben fekvő oldalakkal, mint sugarakkal leírt gömbök egymást az

ABC síkra szimmetrikus SS' pontpárban metszik, tehát az $ABCS$, $ABCS'$ tetraéderek egyenoldalúak. Az SS' pontpáron átmenő m hiperbola és m_a , m_b és m_c ellipszis, amelynek fő-tengelye megfelelőleg MM' , $M_aM'_a$, $M_bM'_b$ és $M_cM'_c$, geometriai helye azoknak a D pontoknak, amelyek az ABC háromszöget oly tetraéderekké egészítik ki, hogy azoknak élei egy-egy gömbnek érintői.

Minden ilyen gömb a tetraéder összes éleit véges részében érinti, ha a D csúcs az m hiperbolának amaz ágán van, amelynek csúcsa a háromszög területén belül fekszik; ellenben a gömb csak az ABC , DBC , DCA vagy DAB élháromszög oldalait érinti véges részében, a többi tetraéder élet a végtelen hosszú részén, ha a D pont az m hiperbola másik ágán, illetőleg az m_a , m_b , vagy m_c ellipszisen lett felvéve.

Ha a gömb az ily tetraédernek véges éleit érinti, akkor a szemben fekvő éleknek összege állandó, ha pedig a gömb csak egy élháromszög éleit érinti véges részében, akkor, ha ez élháromszög oldalait a szemben fekvő élekből kivonjuk, nyerünk állandó vonaldarabot.

Minden ilyen $ABCD$ tetraéder éleit csak egy gömb, az $ABCS$, $ABCS'$ egyenoldalú tetraéder éleit pedig négy gömb érintheti; e gömbök mindegyike egy-egy élháromszög oldalait érinti véges részében.

Itt még megjegyezhetjük, hogy, mint minden általános tetraéderbe, a tárgyalt $ABCD$ tetraéderbe is nyolc gömb írható, amely annak lapjait érinti és ez utóbbiba csak egy, amely az éleit érinti; ellenben az egyenoldalú tetraéderbe öt gömb írható, amely annak lapjait érinti és négy, amely az éleit érinti úgy, hogy mindkét esetben a lapokat és éleket érintő gömbök száma kilenc. A szabályos tetraéderbe azonban tíz gömb írható; öt, amely annak lapjait és öt amely annak éleit érinti.

Ugyanis, ha az ABC háromszög szabályos, akkor a tárgyalásban előforduló G pont egyesül a háromszög magasságpontjában; a $h_a h_b h_c$ hiperbolák a háromszög magasságai; az MM' pontpár összeesik a G ponttal, a $H_a H_b H_c$ forgáshiperboloidok a háromszög magasságaiban annak síkjára merőleges síkok, míg az $e_a e_b e_c$ ellipszisek és az $E_a E_b E_c$ ellipszoidok, valamint az

m_a , m_b és m_c ellipszisek megmaradnak. Az m hiperbola mindkét ága a G pontban a háromszög síkjára merőleges egyenes. Az ABC szabályos háromszögre állított szabályos tetraéder $ABCS$ tehát olyan, hogy az S csúcs az egyenessé korcsosult m hiperbola mindkét ágán és az m_a , m_b , m_c ellipszisen is rajta van, és így az éleit érintő gömbök száma: öt.

Az orthocentrikus tetraéderek között csak a szabályos tetraéder olyan, hogy élei egy gömbnek érintői. Ugyanis az orthocentrikus tetraéder bármely magasságának talppontja az illető élháromszög magasságpontja. A tárgyalt tetraéder magasságának talppontja az illető háromszög ama négy egyenesébe esik, amely a G -vel jelzett pontot az abba beírt körök középpontjával összeköti. De az élháromszög magasságpontja csak akkor lehet e négy egyenes valamelyikén, ha az a G ponttal koincidál, ami csak akkor lehetséges, ha az élháromszög szabályos.

8. Az eddigi vizsgálataink arra szolgáltak, hogy a tetraédert, amelynek élei egy gömböt érintenek, annak három csúcsából határozzuk meg. Most pedig a második kérdéssel akarunk foglalkozni, azaz: a kívánt tetraédert annak három lapjából akarjuk megszerkeszteni.

Vegyük fel a három lap egyik triéderének a , b , c élein az A_0 , B_0 , C_0 pontokat annak D csúcsától egyenlő távolságban és jelöljük k_1 , k_2 és k_3 -mal azt a három kört, amely amaz éleket a B_0C_0 , C_0A_0 és A_0B_0 pontokban érinti és k_0 -val az $A_0B_0C_0$ háromszög köré írt kört. E körnek érintői a háromszög csúcsaiban a szemben fekvő oldalakat oly három pontban metszik, amelyek egy egyenesen, l -en, vannak, és a három metszőpont csúcsa annak a három kúpnak, amely a k_1k_2 , k_2k_3 és k_3k_1 körpárokon átvezethető. Az l egyenesből két közös érintősík vezethető a kúpokhoz; ezek a triéder a , b , c éleit az AA' , BB' , CC' pontpárokból, lapjait pedig a k_1 , k_2 , k_3 körök BC , BC' ; CA , CA' ; AB , $A'B'$ érintőiben metszik s mint ilyenek, negyedik lapjai, ABC , $A'B'C'$, a keresett $ABCD$ és $A'B'C'D$ tetraédereknek.

Ha az A_0 , B_0 , C_0 pontokat a $D(abc)$ triéder élén a D csúcson innen és túl változtatjuk, akkor a változó ABC , valamint $A'B'C'$ síkok paralelek maradnak és így parallel síkokból

álló két síksort adnak, amelynek tengelye két végtelen távol fekvő egyenes. De ha még a $D(abc)$ -nek melléktriédereit is figyelembe vesszük, akkor még három egyenespárt kapunk végtelen távol, amelynek síkjai e melléktriédereket egészítik ki oly tetraéderekké, hogy azoknak élei egy gömbnek érintői.

E szerint:

Három sík α , β , γ , amely egymást egy D pontban metszi, négy csücstriédert, $D(\alpha\beta\gamma)$, alkot. Ha ezek egyikébe egy gömböt írunk, amely annak $\beta\gamma$, $\gamma\alpha$, $\alpha\beta$ éleit az A_0 , B_0 , C_0 pontokban érinti, és e pontoknak érintősíkjait a B_0C_0 , C_0A_0 , A_0B_0 egyenesekkel metszéshez hozzuk, akkor e gömbnek a metszőpontokból kisugárzó és az α , β , γ síkokban levő érintői két háromszögnek ABC , $A'B'C'$ -nek oldalai, amelyek a D ponttal együtt a gömböt éleivel érintő $ABCD$, $A'B'C'D'$ tetraédert határoznak meg.

A $D(\alpha\beta\gamma)$ triédert éleivel érintő gömb változtatásával az ABC , $A'B'C'$ síkok két parallel síksort írnak le és így a négy triédert tekintve négy pár végtelen távol fekvő egyenesnek síkjai egészíthetők ki az α , β , γ síkokat oly tetraéderré, amelynek élei egy-egy gömbnek érintői.

Könnyen belátható, hogy a tételben jelzett ABC , $A'B'C'$ háromszög síkjai az $A_0B_0C_0$ síkot a D csücsztől harmonikusan választják el.

9. Az $ABCD$, $A'B'C'D'$ tetraéderek az imént a $D(\alpha\beta\gamma)$ triéderekből és annak éleit érintő gömbből lettek meghatározva. Most pedig azt kérdezzük: ha valamely ABC háromszög oldalai egy G gömbnek érintői, hogyan kell annak csücsain keresztül három gömbérintőt vezetni, amely egymást egy D pontban metszi?

A G gömbnek a háromszög A , B és C csücsaiből kisugárzó érintői három forgáskúpot alkotnak, amelyek egymást páronként az ABC háromszög oldalai mentén érintik, tehát még egy-egy kúpszelet szerint metszik. E kúpszeletek síkjai az ABC síknak a G -re vonatkozó pólusán és az ABC háromszög oldalai érintőpontját a szemben fekvő csücsökkel összekötő egyeneseken mennek keresztül és így egymást egy l egyenesben metszik. Minthogy minden forgáskúpon két kúpszelet van, azért az l egyenes mind a három kúpszeletet és forgáskúpot ugyanabban a két pontban, D , D' -ben, metszi. E két pont, amely különben az ABC három-

szögsíkját, annak a G gömbre vonatkozó pólusától harmonikusan választja el, már az ABC háromszöget oly két tetraéderré, $ABCD$, $ABCD'$, egészíti ki, hogy annak élei a G gömbnek érintői.

E szerint:

Ha a G gömb az ABC háromszög oldalait érinti, tehát az érintőpontokat az oldalalakkal szemben fekvő csúcsokkal összekötő egyenesek egymást egy L pontban metszik és az ABC síkna: a gömbre vonatkozó pólusa a D_1 pont, akkor a gömbnek a háromszög csúcsaiból kisugárzó és a D_1L egyenessel egy síkban levő érintői a D_1L pontpárt harmonikusan választják el és egymást a D_1L egyenes oly két pontjában D , D' -ben metszik, hogy az $ABCD$, $ABCD'$ tetraéderek élei a G gömbnek érintői.

Az 5. pont alatt levő tételből tudjuk, hogy az $ABCD$, $ABCD'$ tetraéderek D , D' csúcsai, egy m kúpszeleten vannak, amelyet az ABC háromszög és annak oldalait érintő kör meghatároz. A fönti tétel pedig azt fejezi ki, hogy ha a DD' egy olyan húrja az m kúpszeletnek, amely a tételben jelzett L ponton megy át, akkor az $ABCD$, $ABCD'$ tetraéderek élei ugyane egy gömbnek érintői. A DD' csúcsok pedig harmonikusan választják az ABC síkot a gömbre vonatkozó polárisíkjától, vagy ami ugyanaz: a gömbnek az ABC háromszög oldalain átmenő érintősíkjaitól.

Ebből felírható a következő duális tétel:

Ha valamely tetraéder élei egy gömbnek érintői, akkor bármely

lapja éleinek ama síkjai, amelyek azt a lapot és éleinek a gömbhöz tartozó érintősíkját a többi laptól harmonikusan elválasztják, egy új tetraédernek három lapját alkotják, amelynek	csúcsából kisugárzó éleken ama pontok, amelyek a csúcsot és az érintőpontot a többi csúcsoktól harmonikusan elválasztják, egy új tetraédernek három csúcsát alkotják, amelynek negyedik csúcsa
---	--

az első tetraéderével közös és mindkét tetraédernek élei ugyane egy gömbnek érintői.

10. Lássuk ezek után az $ABCD$ tetraédernek vonatkozását az éleit érintő G gömb poláris teréhez.

Ha a tetraéder az A , B , C és D csúcsokkal szemben fekvő

lapjainak pólusai a G gömbre vonatkozólag A_1, B_1, C_1, D_1 , akkor az $ABCD, A_1B_1C_1D_1$ tetraéderek egymásnak poláris alakzatai, tehát bármelyik tetraéder csúcsainak, éleinek és lapjainak, a másiknak lapjai, élei és csúcsai a polárisan megfelelő elemei.

Az AB, CD, \dots éleknek polárisai a G gömb poláris terében a C_1D_1, A_1B_1, \dots élek, amelyek amazokra az érintőpontokban merőlegesek és amazokkal ugyanegy érintősíkban vannak, tehát a gömb az $A_1B_1C_1D_1$ tetraéder éleit is ugyanazokban a pontokban érinti, mint a másik tetraéderét.

Mint bármely más két tetraéder, amely egymásnak poláris alakzata, az $ABCD, A_1B_1C_1D_1$ tetraéderek is perspektívek, tehát a homológ csúcsok összekötő egyenesei egy P ponton mennek át és a homológ oldallapok metszővonalai egy π síkban, a P pontnak polárisíkjában vannak. E P pontot az egyik, tehát egyszersmind a másik tetraéder szemben fekvő élével: AB, CD ; AC, BD - és AD, BC -vel összekötő síkok egymást három egyenesben: PQ, PR és PS -ben metszik, amelyek amaz élpárok érintőpontjain mennek át; s mert ezek az érintőpontok a P pontot a π síktól harmonikusan választják el: a P pont (harmonikus) polárisíkjá mindkét tetraéderre vonatkozólag a π sík. A PQ, PR és PS egyenesek bármely kettőjének összekötő síkja harmonikusan választja el a π síkot a harmadik egyenesen levő két érintőponttól és ezeknek két érintősíkjától és ezért polárisíkjá annak a pontnak, amelyben a harmadik egyenes a π síkot metszi. Ha tehát a Q, R, S pont ama három egyenesnek metszéspontja a π síkkal, akkor a $PQRS$ poláristetraédere a G gömbnek.

A három tetraéder $ABCD, A_1B_1C_1D_1$ és $PQRS$ STEPHANOS elnevezése szerint «desmikus»; tehát bármely kettő a harmadiknak minden csúcsára és ezzel szemben fekvő lapjára, mint involúciós középpontra és síkra involúciósan perspektív. A használt jelölés szerint az $ABCD$ tetraéder perspektív az $A_1B_1C_1D_1, B_1A_1D_1C_1, C_1D_1A_1B$ és $D_1C_1B_1A_1$ tetraéderrel a $PQRS$ tetraédernek megfelelőleg P, Q, R és S csúcsára és az ezzel szemben fekvő lapjára, mint perspektivitási középpontra és síkra vonatkozólag.¹

¹ A desmikus tetraéderekre vonatkozólag utalunk Szerzőnek a Math. és Phys. Lapok VIII. kötetének 1899-ben megjelent «Desmikus rendszerek» című dolgozatára.

E három desmikus tetraéder annyiban különös, hogy két tetraédernek élei egymásra merőlegesek ($AB \perp C_1D_1, \dots$) és hogy a harmadik tetraéder $PQRS$, mint egy gömbnek poláristetraédere, orthocentrikus.

E szerint:

Ha egy gömb valamely tetraédernek éleit érinti és azokat a pontokat, melyek az egyes éleken a csúcsokat az érintőpontoktól harmonikusan elválasztják, a szemben fekvő élek érintőpontjával egyenesek által összekötjük, akkor e hat összekötő egyenes, amelyeket a gömb szintén érint, egy új tetraédernek alkotja az éleit. E két tetraéder és egy harmadik, amelynek három éle amazok szemben fekvő éleinek érintőpontjain megyűt, a másik három éle pedig azok érintősíkjainak metsző egyenese és így a gömb egyik poláris tetraédere: három desmikus tetraédert alkot, tehát közülök bármely kettő négyszer involúciós-perspektív, a harmadiknak csúcsaira és szemben fekvő lapjaira, mint involúciós-középpontokra és -síkokra.

E tétel, valamint a 9. pont utolsó kettős tétele, mert projektív tulajdonságokon alapszik, érvényben marad, ha a gömböt egy másodrendű felülettel helyettesítjük.¹

11. A tér ∞^{12} tetraédere közül ∞^9 egyenoldalú és ∞^{10} olyan, hogy élei egy gömbnek érintői. Ez utóbbiak közül ∞^4 különböző, azaz nem kongruens egy másikkal, és ∞^3 egyenoldalú.

Ugyanegy gömböt ∞^6 tetraéder érinthet éleivel; ezek közül ∞^3 különböző és ∞^2 különböző egyoldalú.

A gömböt éleivel érintő tetraéderek száma, amelyeknek egy közös élháromszöge, vagy egy közös éltriédere van: ∞^1 .

¹ L. TH. REYE: Über Tetraeder deren Kanten eine Fläche zweiter Ordnung berühren. Archiv d. Math. u. Phys. III. sorozat, 16. köt., 153. old. 1910.

ÜBER EIN TETRAEDER, DESSEN KANTEN EINE KUGEL BERÜHREN.

(Auszug.)

Von I. KLUG.

Berührt eine Kugel die Seiten eines Dreieckes ABC (die Kanten eines Trieders $\alpha\beta\gamma$), dann kann man zwei Punkte D, D' (zwei Ebenen δ, δ') so bestimmen, daß die Kugel alle Kanten der Tetraeder $ABCD, ABCD'$ (bzw. $\alpha\beta\gamma\delta, \alpha\beta\gamma\delta'$) berühre.

Bei Änderung des Halbmessers der Kugel ist der Ort der Punkte D, D' (der Ebenen δ, δ') ein Kegelschnitt (ein unendlich-fernes Geradenpaar).

Ist K der Mittelpunkt des Kreises jener Kugel in der Ebene ABC , L der Treffpunkt der drei Geraden, welche die Berührungspunkte des Kreises und der Dreieckseiten mit den Gegeneckpunkten verbinden, so sind K, L konjugierte Pole obigen Kegelschnitts. Noch ein leicht erhältliches konjugiertes Polenpaar und ein zur Ebene ABC symmetrisches Punktpaar EE' bestimmen den Kegelschnitt. Die Punktpaare DD' desselben, welche das Dreieck ABC zu Tetraedern $ABCD, ABCD'$ ergänzen, liegen mit dem Punkte L in einer Geraden.

Ist ABC ein (allgemeines) Dreieck, $ABCE, ABCE'$ die zwei gleichseitigen Tetraeder, dann besteht der Ort der Eckpunkte D der Tetraeder $ABCD$, deren Kanten eine Kugel berühren, aus drei sich in den Punkten EE' treffenden Ellipsen und einer Hyperbel. Ist D ein Punkt der drei Ellipsen oder des durch die Punkte EE' gehenden Hyperbelastes, dann berührt die Kugel drei Kanten des Tetraeders $ABCD$ auf ihren endlichen und drei auf ihren unendlichen Teilen; liegt aber D auf den anderen Hyperbelast, dann berührt die Kugel alle sechs Kanten auf ihren endlichen Teilen.

Die Summe oder Differenz von je zwei Gegenkanten dieser Tetraeder sind gleich, je nachdem die Kugel alle sechs oder nur drei Kanten auf ihren endlichen Teilen berührt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. Februar 1927.)

ADATOK AZ EGYOPTIKAI TENGE LYŰ ÁSVÁNYOK VÉKONYCSISZOLATBAN VALÓ ORIENTÁCIÓJÁNAK S A VÉKONYCSISZOLAT VASTAGSÁGÁNAK KÖZELÍTŐ MEGHATÁROZÁSÁHOZ.

VENDL MIKLÓS-tól.

A petrográfusnak sok esetben elkerülhetetlenül szükséges a vékonycsiszolat, illetőleg helyesebben egy bizonyos része vastagságának ismerete. Az alábbiakban az erre vonatkozó ismeretes meghatározó módszerek körét egy olyannal óhajtanám kibővíteni, amely bizonyos kényszerhelyzetekben egyrészt a vastagság közelítő meghatározásában szolgálhat segítségül, másrészt pedig az egyoptikai tengelyű ásványok bizonyos helyzetű metszetei orientációjának közelítő megállapítását is lehetővé teszi.

A petrográfus, amint az közismert, leggyakrabban a csiszolat valamilyen optikailag jól definiált és ismert orientációjú ásványlemezének kettőstöréséből számítja a vékonycsiszolat vastagságát az ismeretes

$$d = \frac{\Delta}{\gamma' - \alpha'} \quad (1)$$

képlet alapján, amelyben d a lemezvastagság, Δ az útkülönbség és $\gamma' - \alpha'$ pedig a kettőstörés mértéke. Sok esetben fordul elő azonban az az eset, hogy a vékonycsiszolatban egyáltalán nem akad orientált metszet, vagy ha akad is, nem a vékonycsiszolatnak ama részében, amelyben szükség volna a vastagság ismeretére. A tapasztalat pedig azt mutatja, hogy az egy helyen mért vastagságot általánosítani az egész metszet vastagságára általában nem lehet, aminek oka a kőzetcsiszolat nem teljesen planparallel voltában, továbbá a széleken és a repedések mentén

való elvékonyodásában rejlik. Az elmondottakból világosan kitűnik az, hogy a vékonycsiszolatnak lehetőség szerint a szükséges részén kell a vastagságmérést elvégeznünk, ami pedig orientált metszet hiányában sokszor lehetetlen.

Ismeretes előttünk azonban az, hogy egy egyoptikai tengelyű ásvány bármilyen orientációjú metszetében jelentkező $\varepsilon' - \omega$ kettőtörést kiszámíthatjuk akkor, ha ismerjük az optikai tengely és a lap-normális bezárta ν szöget, valamint az ω és az ε főtörésmutatókat; ekkor ugyanis

$$\varepsilon' - \omega = \frac{\varepsilon \omega}{\sqrt{\omega^2 \sin^2 \nu + \varepsilon^2 \cos^2 \nu}} - \omega \quad (2)$$

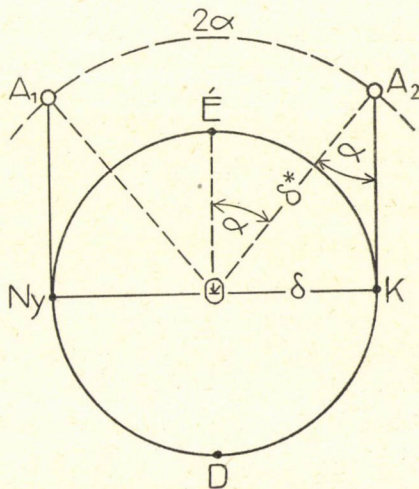
lesz.

A ν szög megállapítására több jó módszer ismeretes.

Reá akarok azonban mutatni e helyütt arra, hogy bizonyos szögintervallumon belül nagy megközelítéssel az egyszerű LASAULX-féle módszer segítségével is lehetséges ez. Ecélből vegyük fel azt, hogy az objektív gyújtófelülete ideálisan szférikus (ami a valóságban ugyan szigorúan nem áll, de kis aperturájú objektívek esetén, amilyeneket e módszernél használnunk kell, az eltérés nem túlságosan nagy). Ez esetben ν szög a következő megfontolás alapján a gyújtófelületben megjelenő primer interferenciaképből igen könnyen kiszámítható olyankor, ha a tengelykilépés a látómezőn már kívül esik.

A lemeznek a tárgyasztal segítségével történő körülforgatásakor a tengelykilépés körpályán fog mozogni, amint ez az ábrából kivehető (l. A_1 A_2 pontokat).

Abban az esetben, amikor a ν szög nem túlságosan nagy (megfigyeléseim szerint maximálisan 30°), az izogirák egyenesek



alakjában és a nikolazimutokkal párhuzamosan haladnak át a látómezőn. E megállapítás ugyan még az ilyen kisszögű met-szetekről sem mondható szigorúan érvényesnek, mivel azonban mi csak megközelítő megoldásra törekszünk, ezeknek homo-és antidrom viselkedésétől bátran eltekinthetünk. Hozzuk ezek után az egyik, például az \vec{E} - D irányú izogirát a tárgyasztal segítségével történő elforgatás útján olyan helyzetbe, hogy a látómező szegélyét éppen a Ny pontban érintse s rögzítsük le e helyzetet a tárgyasztal szegélyén levő fokbeosztás alapján, majd ennek megtörténte után forgassuk el a preparátumot a tárgyasztal segítségével addig, amíg a szóbanforgó izogira a látómezőn át a K pontba nem kerül s az elforgatás szögét állapítsuk meg a tárgyasztal szegélyén. A forgatás szöge nyilvánvalóan egyenlő az A_1 és az A_2 tengelykilépéseket a látómező O középpontjával összekötő képzeletbeli egyenesek bezárta 2α szög-gel. Az ábrából azonban világosan kitűnik az, hogy

$$\vec{EO}A_2 \sphericalangle = \alpha = \vec{OA}_2K \sphericalangle ;$$

s ezért, ha \vec{OA}_2 -t δ^* -gel, továbbá \vec{OK} -t δ -val jelöljük, áll, hogy

$$\delta^* = \frac{\delta}{\sin \alpha} . \quad (3)$$

Szferikus gyűjtőfelületet feltételezve azonban, amint ez ismeretes, áll az is, hogy

$$\delta^* = F \sin \eta, \quad (4)$$

és

$$\delta = F \sin E; \quad (5)$$

amely egyenletekben η a tengelykilépés és a lapnormális be-zárta látszólagos szöget, $\sin E$ pedig a használt objektív nume-rikus aperturáját jelzi, F pedig egyenlő az ekvivalens gyűjtő-távolsággal.

A (4)- és (5)-öt (3)-ba helyettesítve, nyerjük a

$$\sin \eta = \frac{\sin E}{\sin \alpha} \quad (6s)$$

egyenletet, amelynek alapján a lapnormális és tengelykilépé bezárta valódi ν szögre vonatkozóan állani fog az, hogy

$$\sin \nu = \frac{\sin E'}{\omega \sin \alpha}. \quad (7)$$

Ezzel a lemez közelítő orientációja ismeretessé vált. ν értékét végül (2)-be helyettesítve nyerjük az $\varepsilon' - \omega$ -t, s ezt (1)-be téve s az útkülönbséget valamilyen kompenzátorral mérve (például legegyszerűbben a BEREK-félével), megközelítően nyerjük végül a keresett d -t.

A számításhoz tehát csak két adatot kell megállapítanunk, az α szöget és a Δ -t. Mind a kettő pedig gyorsan megállapítható.

Mivel e LASAULX-féle módszerre támaszkodó orientáció meghatározásban feltétel az, hogy az optikai tengely a látómezőn kívül essék, azért csak bizonyos nagyságot elérő ν szöggel bíró metszetek használhatók fel e módszernél. Másrészt azonban a túl nagy ν szögű metszetekben az izogirák már észrevehető görbültséget is mutatnak, ami a felhasználható metszeteket szintén csökkenti. Hogy tehát aránylag nem nagy ν szögű lemezekkel dolgozhassunk, használunk kis numerikus apertúrájú objektívet, amivel a felvett szferikus gyújtófelülethez is közelebb jutunk. Az elmondottakból önként folyik, hogy az alkalmazható metszetek γ szögének alsó határát a használt objektív numerikus apertúrája szabja meg, felső határa pedig körülbelül $\nu = 30^\circ$ -os γ -nak felel meg.

Az izogirák ilyen gyenge objektívek használata esetén igaz, hogy kissé szélesek, azonban csekély gyakorlattal az izogirák közepének a szegélyre való beállítása meglehetősen sikerül már. Még jobb eredményt érhetünk el azonban akkor, ha az izogira beállítását mindkét szegélyre háromszor megismételjük, továbbá a lemeznek a tárgyasztal segítségével való teljes körülforgatásával kiadódó négy izogira átvándorlási esetre is elvégezzük a méréseket. E mérések egyébként igen gyorsan vihetők keresztül. Az így kiadódó α középérték már elég megfelelő értéknek látszik a számításokhoz.

Különösen olyan közetekben lehet vastagságmérésre ez eljárás hasznos, amelyek kvarcot tartalmaznak. Próbaképpen néhány KRANTZ-féle vékonyesiszolat vastagságát olyan helyen mértem, ahol az optikai tengellyel pontosan párhuzamosan metszett

kvarcszem érintkezett a mért kvarcszemmel; «CEMAX»-típusú LEITZ-féle mikroszkópon 3-as objektívvel dolgoztam (num. ap. = 0,25, ami $\gamma = 14^\circ 29'$ és $\nu = 9^\circ 19'$ -nek a kvarcban felel meg) s BEREK-féle kompenzátorral mértem az útkülönbséget. Az eredményről a következő kis táblázat ad felvilágosítást.

Kőzet és lelőhelye	α	η	γ	d	
				|| metszet	orientálatlan metszet
Ragundagránit, Schweden	25°7'	36°12'	22°29'	$\frac{m}{m}$ 0,02713	$\frac{m}{m}$ 0,02938
Gránit, Haytor, Devonshire, Anglia	19°27'	48°50'	29°11'	0,02505	0,02482
Gránitit, Brocken, Harz	21°30'	43°10'	26°17'	0,01945	0,01859

Készült a soproni m. kir. bánya- és erdőmérnöki főiskola ásvány-földtani tanszékén 1927 február havában.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 május 2.-án tartott üléséből.)

DATEN ZUR ANNÄHERNDEN BESTIMMUNG DER ORIENTIERUNG UND DER DICKE OPTISCH EIN- ACHSIGER MINERALIEN IN DÜNNSCHLIFFEN.

Von NIKOLAUS VENDL.

Verfasser gibt ein neues Verfahren auf Grund der einfachen LASAULX'schen Methode für die Bestimmung der Dicke und Orientierung optisch einachsigen Mineralien unter dem Mikroskop.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 2. Mai 1927.)

NEMLÉNYEGES DISCRIMINÁNS-OSZTÓK KÖROSZTÁSI SZÁMTESTEK BEN.

TIHANYI MIKLÓS-tól.

A körosztási számtestek különösen alkalmasak arra, hogy bennök az egyes törzsszámok törzsideáljainak fokát és számát megállapíthassuk; ez alapon azután érdekes és szemléltető például szolgálhatnak abban az irányban, hogy miként lehet e számtestekben az egyes törzsszámok közül a nemlényeges discrimináns-osztókat a DEDEKIND-féle szabállyal¹ könnyen kiválasztani, amint ezt a következő sorokban azonnal látni fogjuk.

Legyen a körosztási számtest alapszáma

$$a = e^{\frac{2\pi i}{n}}$$

n -edik primitív egységgyök, ahol n tetszésszerűen racionális egész szám. Ha $\varphi(n)$ -et röviden φ -vel jelzem, akkor az a egységgyököktől meghatározott K számtest bármely egész száma

$$\xi = a_1 a + a_2 a^2 + \dots + a_\varphi a^\varphi$$

alakkal jelezhető, amelyben az együtthatók racionális egész számok. E számtestben az 1-től n -ig terjedő és n -hez viszonylagos törzsszámok mod. n ABEL-féle csoportot: G -t alkotnak.

E G csoport homomorph az

$$a^N$$

helyettesítő csoporttal, ahol N felveszi G csoport összes elemeinek értékét.

¹ P. BACHMANN: Allgemeine Arithmetik der Zahlenkörper. 1903, p. 276.

I. A vizsgálandó törzsszám, melynek nemlényeges discrimináns-osztó jellegét kutatjuk, legyen p ; erre vonatkozólag kikötjük, hogy a számtest discriminánsában nem lép fel tényezőként, így tehát további jellemzésére a

$$(p, n) = 1 \quad \text{és} \quad p^f \equiv 1 \pmod{n}$$

feltevésekkel élhetünk; ez utóbbival kapcsolatban még

$$e_1 = \frac{\varphi(n)}{f_1}$$

jelzést vezetünk be. A fent említett G csoportban lesz f_1 számú oly elem, mely p törzsideáljait nem változtatja; ugyanis p egyik törzsideálja

$$\mathfrak{P}_1 = (p, F_1(a));$$

ámde

$$[F_1(a)]^p = p\varphi_1(a) + F_1(a^p)$$

összefüggés szerint $F_1(a^p)$ szintén tartalmazza \mathfrak{P}_1 -et, vagyis

$$\mathfrak{P}_1 = (p, F_1(a^p)).$$

E megokolás ismételt alkalmazása folytán mondhatjuk, hogy az

$$a^p, a^{p^2}, a^{p^3}, \dots, a^{p^{f_1}}$$

helyettesítések p törzsideáljait nem változtatják. Az így előálló f_1 -ed rendű és G -nek alárendelt ABEL-féle csoportot:

$$p^1, p^2, p^3, \dots, p^{f_1},$$

amely a fenti helyettesítésekkel homomorph, nevezzük g_1 -nek.

Az imént mondottaknak megfelelően p törzsszám, mint eléggé ismeretes, K körosztási számtestben e_1 számú és f_1 -ed rendű törzsideálok szorzatára bontható:

$$p = \mathfrak{P}_1 \mathfrak{P}_2 \dots \mathfrak{P}_{e_1}.$$

Vizsgáljuk meg most p törzsszám viselkedését K valamely alárendelt k_1 számtestében, amely utóbbi k számmal jellemzünk. E célból k -t a következő megszorításokkal vezetjük be:

$$(k, n) = 1; \quad \text{és} \quad k^f \equiv 1 \pmod{n},$$

ahol ez utóbbi alapján még a következő jelölést

$$e = \frac{\varphi(n)}{f}$$

használjuk. Mindezek alapján a k_1 számtestet meghatározó KUMMER-féle periodus

$$\eta_1 = \alpha^k + \alpha^{k^2} + \dots + \alpha^{k^f}$$

alakot nyer, amelyben a FUCHS-féle vizsgálatok szerint¹ mindig módunkban van k számot úgy állapítani meg, hogy

$$\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_e$$

periodusok egymástól és 0-tól különbözzenek, mert hiszen az η_1 -től meghatározott számtestnek csakis ekkor lesz értelme. E kikötés folytán a jelzett KUMMER-féle periodusok e -ed fokú irreducibilis egyenletnek gyökei, tehát a tőlük meghatározott számtestek is e -ed fokúak. Minthogy továbbá bármelyik periodus kifejezhető, például az első periodus racionális függvényével, azért a konjugált számtestek összeesnek, vagyis a periodusok számteste GALOIS-féle számtest.²

Az így értelmezett k_1 GALOIS-féle számtesthez

$$k, k^2, \dots, k^f$$

f -ed rendű és g -vel jelzett ABEL-féle csoport tartozik; e csoporttal homomorph helyettesítések k_1 számtest számait nem változtatják. A k_1 számtestben p törzsideáljainak számát és fokát a g és g_1 csoportok legnagyobb közös osztója révén tisztázhatjuk; e célból megkeressük azt a legkisebb h kitevőt, amely mellett p^h hatvány k -nak valamely hatványával kongruens mod. n , vagyis:

$$p^h \equiv k^t \pmod{n}.$$

Ekkor FUCHS szerint³ található egy oly m szám, hogy

¹ L. FUCHS: Über die Perioden, welche aus den Wurzeln der Gleichung $\omega^n = 1$ gebildet sind... Journal für die reine und angewandte Math. Bd. 61. p. 386. 1863.

² WEBER H.: Lehrbuch der Algebra. 1. Bd. 1898. p. 548—549.

³ L. FUCHS: Über die aus Einheitswurzeln gebildeten complexen Zahlen... Journal für die reine und angewandte Math. Bd. 65. p. 75—76. 1866.

$$p^{mh} \equiv 1 \pmod{n} \quad \text{és} \quad mh = f_1;$$

a

$$p^h, p^{2h}, \dots, p^{mh}$$

m -ed rendű csoport adja g és g_1 csoportok legnagyobb közös osztóját. Ez alapon a gg_1 komplexumban foglalt különböző elemek száma:

$$\frac{ff_1}{m} = fh;$$

minthogy k_1 számtestben csak e számú helyettesítést szoktunk alkalmazni, azért az imént tárgyalt fh helyettesítésből csak h számú jut k_1 számtestre; vagyis k_1 számtestben h oly helyettesítés van, amely p törzsideáljait nem változtatja. Innen megállapítható, hogy k_1 számtestben p törzsideáljainak foka h , a különböző törzsideálok száma pedig

$$\frac{e}{h} = \nu.$$

Ezzel megszereztük az adatokat, amelyekkel DEDEKIND szabályát használatba vehetjük; eszerint p nemlényeges discrimináns-osztó, ha

$$\nu > \frac{g(h)}{h},$$

vagyis, ha

$$e > g(h).$$

A nyert eredményt szavakba így foglalhatjuk: *A k_1 számtestben p akkor nemlényeges discrimináns-osztó, ha a számtestben szereplő törzsideáljának fokából oly g függvényt nyerünk, melynél a számtest fokszáma nagyobb.*

Vegyünk szemügyre egy példát; legyen

$$n = 91 \quad \text{és} \quad p = 3;$$

akkor

$$3^6 \equiv 1 \pmod{91}$$

kongruencia szerint

$$f_1 = 6.$$

Ha k értéke 10, akkor

$$10^6 \equiv 1 \pmod{91}$$

kongruencia alapján

$$f = 6 \quad \text{és} \quad e = 12;$$

ha még figyelembe vesszük

$$10^2 \equiv 9 \equiv 3^2 \pmod{91}$$

kongruenciális összefüggést, látjuk, hogy h értéke 2. Most már a DEDEKIND-féle kritérium szerint

$$12 > g(2) = 3^2 - 3,$$

tehát az

$$\eta_1 = a^{10} + a^{10^2} + \dots + a^{10^6}$$

periodus számtestében 3 nemlényeges discrimináns-osztó.

II. Ha a kérdéses törzsszám a számtest discriminánsának tényezője, akkor két eset lehetséges:

$$1. \quad n = p^a; \quad 2. \quad n = p^a \cdot n_1.$$

1. Az első esetben p törzsszám nemlényeges discrimináns-osztó jellegére megjegyezzük, hogy K számtestben p -nek csak egy törzsideálja van és ez elsőfokú:

$$\mathfrak{P} = (1 - \alpha).$$

A k_1 számtestben szintén csak egy elsőfokú törzsideállal rendelkezik:

$$\mathfrak{p} = (1 - \alpha^k) (1 - \alpha^{k^2}) \dots (1 - \alpha^{k^f}) = \mathfrak{P}^f.$$

Itt a DEDEKIND-féle kritérium

$$1 > \frac{g(1)}{1}, \text{ illetőleg } 1 > p$$

lehetetlenségre vezet, vagyis p nem lehet nemlényeges discrimináns-osztó.

2. Vizsgáljuk a második esetet, amikor

$$n = p^a \cdot n_1 \quad \text{és} \quad (p, n_1) = 1.$$

Itt figyelembe kell vennünk, hogy az n -edik egységgyöktől meghatározott K számtestben p felbontása

$$p = (\mathfrak{P}_1^* \mathfrak{P}_2^* \dots \mathfrak{P}_{e_1}^*)^{(p-1)p^{a-1}}$$

alakban jelentkezik, ahol

$$p^{f_1} \equiv 1 \pmod{n_1} \quad \text{és} \quad e_1 f_1 = \varphi(n_1).$$

Ugyanekkor az n_1 -edik egységgyökből származó K_1 számtestben p felbontása

$$p = \mathfrak{P}_1 \mathfrak{P}_2 \dots \mathfrak{P}_{e_1}$$

alakkal adódik.¹ Látjuk tehát, hogy mindkét esetben p törzsideáljai f_1 -ed fokúak és egyenlő számban: e_1 számban jelentkeznek. Ebből nyilvánvaló, hogy p törzsideáljainak sem fokát, sem számát nem érinti az a körülmény, hogy az egységgyök fokszáma p^a tényezővel bővül vagy csökken. Az a kérdés tehát, hogy k_1 alárendelt számtestben p törzsideáljainak foka és száma hogyan alakul: teljesen az I. alatt közölt előzmények alapján nyer megfejtést, vagyis az n_1 -edik egységgyök számtestében kell a vizsgálatot megejteni.

Ha tehát ismét megkeressük azt a legkisebb h kitevőt, amely mellett

$$p^h \equiv k^t \pmod{n_1}$$

kongruencia fennáll, akkor h adja p törzsideáljainak fokát k_1 alárendelt számtestben; ha még figyelembe vesszük a

$$k^{f_2} \equiv 1 \pmod{n_1} \quad \text{és} \quad e_2 = \frac{\varphi(n_1)}{f_2}$$

összefüggéseket, akkor k_1 számtestben p különböző törzsideáljainak számát a

$$\nu = \frac{e_2}{h}$$

érték adja.

A DEDEKIND-féle kritérium alkalmazása most már nyilvánvaló; ha

$$\nu > \frac{g(h)}{h},$$

vagy más alakban

$$e_2 > g(h),$$

akkor p nemlényeges discrimináns-osztója k_1 számtestnek.

¹ D. HILBERT: Die Theorie der algebraischen Zahlkörper. 1897. p. 333.

Eddigi megállapításainkat egy megjegyzéssel kell kiegészítenünk; ha

$$n = 2n_1, \quad \text{ahol} \quad (2, n_1) = 1,$$

és $p = 2$ törzsszám nemlényeges discrimináns-osztó jellegét kell eldönteni, akkor e vizsgálatot az I. alatt közölt eljárással kell megejteni, mert az n -dik egységgyökös számtest discriminánsában 2 mint tényező nem kerül elő; a vizsgálat további módjára vonatkozólag irányít bennünket az a meggondolás, hogy 2 törzsideáljainak sem száma, sem foka nem változik, ha az n -dik egységgyökös számtestből az n_1 -dik egységgyökös számtestre megyünk át; ez annyit jelent, hogy 2 nemlényeges discrimináns-osztó jellegét az n_1 -dik egységgyökös számtestben kell megvizsgálunk az I. alatt ismertetett módon. Látjuk tehát, hogy e kivételes eset, de a II. eset 2. pontja is tulajdonképpen az I. alatt levő megfontolásokban nyeri magyarázatát és megoldását.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 május 2.-án tartott üléséből.)

DIE UNWESENTLICHEN DISKRIMINANTENTEILER IN DEN KREISKÖRPERN.

Von NIKOLAUS TIHANYI.

Die formale Wichtigkeit der unwesentlichen Diskriminantenteiler erfordert, daß man von jeder beliebigen Primzahl beweisen kann, ob sie ein unwesentlicher Diskriminantenteiler sei oder nicht. Die Lösung dieser Aufgabe in den allgemeinen algebraischen Zahlkörpern ist sehr schwierig; aber in den Kreiskörpern ist es ziemlich einfach vermitteltst des DEDEKIND'schen Kriteriums, indem der Grad und die Anzahl der Primideale jeder beliebigen Primzahl in den Kreiskörpern sehr leicht zu bestimmen ist.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 2. Mai 1927.)

A TALAJKILÚGZÁS KÉMIAI ISMÉRVEI.

SIGMOND ELEK r. t.-től.

A talaj *kilúgzással* régebben csak azért foglalkoztak, hogy megismerjék, mi lesz a talajban lévő vagy talajba jutott oldható *növény tápláló anyagokkal*. Csak midőn egyfelől HILGARD rámutatott arra, hogy milyen jellemző hatása van az éghajlatnak a talajok kémiai összetételére; másfelől pedig a DOKUCSAEW-féle orosz iskola révén a talajok *genetikai* megkülönböztetése egyre jobban elterjedt: alakult ki igazán a talajkilúgzási jelenségek nagy jelentősége. Ma már minden talajtudós tudja, hogy a nedves éghajlatban képződött *talajtípusok*: ugyanis az erdőtalajok, nedves rétek és lápok talajaiban az ugynevezett *savanyú kilúgzás* működött és ennek hatására alakult ki e talajok jellegzetes *szelvénye* és morfológiai szerkezete. Ennek ellenkezőjét tapasztaljuk a száraz éghajlati viszonyok közt kialakult *mezősegi* talajok szelvényében. Azt szokták mondani, hogy ezekben nincs talajkilúgzás,¹ legfennebb felfelé való *sófelhalmozódás*. Ennek mintegy káros és szélsőséges eseteit alkotják HILGARD szerint a mi *síkságainkhoz* hasonló, ugynevezett alkalitalajok. Ezeket HILGARD azért nevezte el alkalitalajoknak, hogy egyrészt rámutasson arra, hogy ezekben a vízben oldható alkalisók módfelett felhalmozódtak, holott rendes talajviszonyok között ezek zöme a *földárjával* a tengerbe mosatnak ki és ott halmozódnak fel, amennyiben azokat részben a talaj abszorpció útján vissza nem tartja. Másrészt az alkalitalaj elnevezéssel HILGARD azt is célozta, hogy ezeket a

¹ Dr. BALLENEGGER RÓBERT: Adatok magyarországi talajok kémiai összetételének ismeretéhez. Magy. kir. földtani intézet 1916. évi jelentése. Budapest, 1917. 547. 1.

1. sz. táblázat.

Savanyú kilúgzás.A) *Hűvösvölgyi vegyes erdőtalaj szelvénye.*

Kicsérélhető kationok equivalens %					
Talajszint	Al	Ca	Mg	K	Na
A	6.1	31.5	43.0	15.0	4.4
B ₁	4.3	43.0	32.0	13.0	7.7
B ₂	2.7	57.4	18.8	13.7	7.4
C	—	70.0	13.7	9.1	7.2

B) *Csikvári láptalaj szelvénye.*

I	—	60.2	28.2	4.4	7.2
II	—	62.6	22.0	6.1	9.3
III	—	61.2	22.3	7.2	9.3
IV	—	60.0	22.4	6.4	11.2

Neutrális kilúgzás.A) *Csorvási karbonáttartalmú sötétbarna mezősegi talaj szelvénye.*

Kicsérélhető kationok equivalens %				
Talajszint	Ca	Mg	K	Na
A	88.8	4.8	3.6	2.8
B ₁	84.5	7.4	4.3	3.8
B ₂	78.4	2.7	4.2	14.7

B) *Pusztakamarási karbonátmentes fekete mezősegi talaj szelvénye.*

A	85.2	6.1	5.2	3.5
B	83.9	6.4	5.9	3.8
C	83.9	4.9	4.9	6.3

Alkalikus kilúgzás.*Hortobágyi oszlopos szerkezetű sziklatalaj szelvénye.*

Kicsérélhető kationok equivalens %				
Talajszint	Ca	Mg	K	Na
A	30.1	26.7	5.8	37.4
B ₁	30.6	19.7	3.2	46.5
B ₂	24.4	17.2	2.1	56.3
B ₃	24.2	23.2	2.4	50.2
C ₁	36.4	22.2	4.5	36.9
C ₂	38.9	22.0	7.4	31.7
C ₃	38.9	19.7	5.9	34.6
D	40.6	21.5	5.1	32.8

2. sz. táblázat.

Savanyú kilúgzás.*Hűvösvölgyi erdőtalaj.*

Kicszerélhető fémkationok a HCl old. %-ában				
Talajszint	Ca	Mg	K	Na
A	21.75	15.77	18.18	5.08
B ₁	10.20	12.95	16.9	9.38
B ₂	17.85	5.69	21.4	9.65
C	25.0	1.82	16.2	14.85

Neutrális kilúgzás.*Csorvási sötétbarna talaj.*

Kicszerélhető fémkationok a HCl old. %-ában				
Talajszint	Ca	Mg	K	Na
A	26.3	1.44	19.6	4.7
B ₁	26.2	2.45	1.0	3.5
B ₂	24.3	1.07	5.1	74.5

Alkalikus kilúgzás.*Hortobágyi szikes talaj.*

Kicszerélhető fémkationok a HCl old. %-ában				
Talajszint	Ca	Mg	K	Na
A	27.55	40.7	15.6	26.55
B ₁	34.2	17.9	10.8	19.9
B ₂	26.5	21.9	7.55	24.8
B ₃	39.4	11.5	6.7	32.3
C ₁	36.7	12.65	31.6	58.4
C ₂	32.78	19.0	45.3	48.1
C ₃	44.69	65.5	43.6	64.8
D	39.45	45.9	33.1	44.2

3. sz. táblázat.

Savanyú kilűgzás.A) *Hűvösvölgyi erdőtalaj.*

Talajszint	Al %	Ca %	Mg %	K %	Na %	H %
az egész komplexumra ($T = 100$) vonatkoztatva						
A	2.60	13.30	18.10	6.35	1.85	57.80
B ₁	2.03	20.32	15.23	6.20	3.62	52.60
B ₂	1.43	29.50	9.68	7.00	3.79	48.60
C	0.00	49.60	9.74	6.36	5.10	29.20

B) *Csikórári láptalaj.*

I	—	32.1	15.0	2.3	3.8	46.8
II	—	35.2	12.3	3.4	5.3	43.8
III	—	36.9	13.4	4.4	5.7	39.6
IV	—	37.1	13.9	4.4	6.9	38.1

Neutrális kilűgzás.A) *Csorvási sötétbarna talaj.*

Talajszint	Ca %	Mg %	K %	Na %	H %
az egész komplexumra ($T = 100$) vonatkoztatva					
A	68.1	3.4	2.8	2.2	23.5
B ₁	70.7	6.2	3.7	3.2	16.2
B ₂	78.4	2.7	4.4	14.7	

B) *Pusztukamurási fekete talaj.*

A	43.2	3.1	2.6	1.8	49.3
B	40.8	3.1	2.9	1.8	51.4
C	50.4	3.0	3.0	3.7	39.9

Alkalikus kilűgzás.*Hortobágyi szikestalaj.*

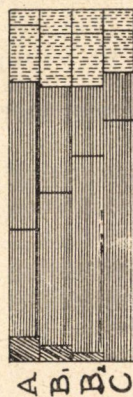
Talajszint	Ca %	Mg %	K %	Na %	H %
az egész komplexumra ($T = 100$) vonatkoztatva					
A	16.8	15.0	3.2	20.9	44.1
B ₁	26.1	16.8	2.7	39.7	14.7
B ₂	21.8	15.5	1.9	50.2	10.6
B ₃	21.6	20.7	2.1	44.6	11.0
C ₁	32.4	19.8	4.1	32.9	10.8
C ₂	34.6	19.6	6.6	28.4	10.8
C ₃	35.8	17.8	5.4	31.0	10.0
D	34.9	18.4	4.4	28.1	14.2

I. tábla.

A kicserélhető bázisok S%-ban kifejezése.

Savanyú kifeügzás.

Húzóssölgji talaj



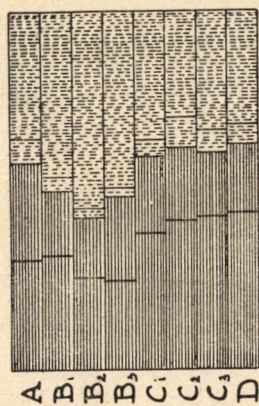
Neutrális kifeügzás.

Csorvási talaj



Alkalikus kifeügzás.

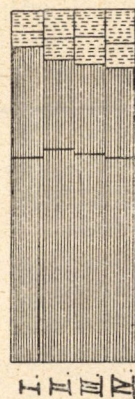
Hortobágyi talaj



Pusztakomarási talaj



Csikóssölgji talaj



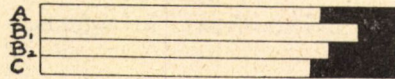
Fe Al Ca Mg K Na

II. tábla.

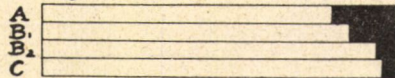
Hüvösödési erdei talaj.

Savanyú kitérés.

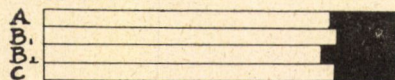
HCl-ban oldható Ca-ból ki-
cserélhető Ca %:



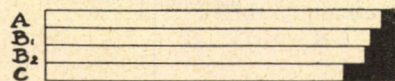
Mg-ból:



K-ból:



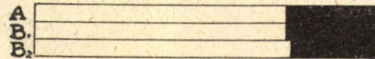
Na-ból:



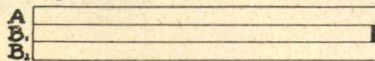
Csordás.

Neutrális kitérés.

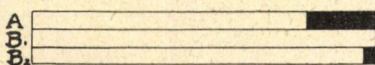
HCl-ban oldható Ca-ból ki-
cserélhető Ca %:



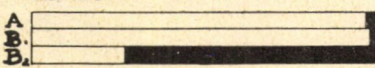
Mg-ból:



K-ból:

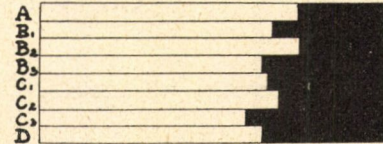


Na-ból:

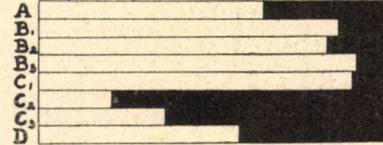


Hortobágyi talaj.

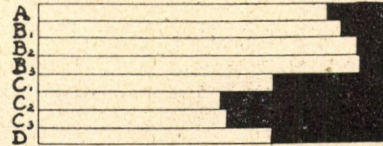
HCl-ban oldható Ca-ból ki-
cserélhető Ca %:



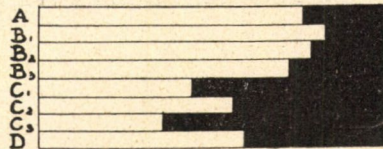
Mg-ból:



K-ból:



Na-ból:



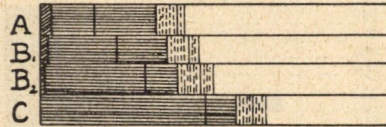
A fehér a ki nem cserélhető; a fekete a kicserélhető részt tünteti fel.

III. tábla.

A kicserélhető bázisok T%-ban kifejezve

Savanyú kilyűzás.

Hűvöszölgyi talaj



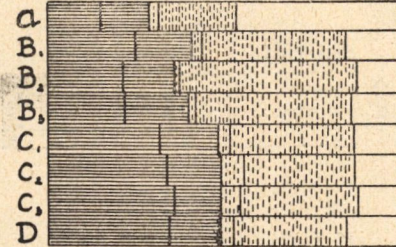
Neutrális kilyűzás

Csorvási talaj

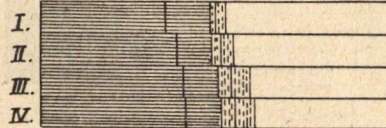


Alkálikus kilyűzás

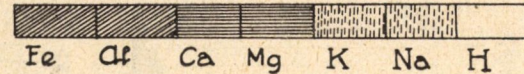
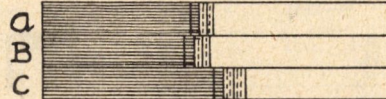
Hortobágyi talaj



Csikóvári talaj



Pusztakamarási talaj



száraz éghajlati viszonyok következtében képződött ugynevezett *szárazföldi eredetű sóstalajokat* megkülönböztesse a tengermellékén, vagy sóbányák közelében helyileg képződött sós talajoktól, minők pl. az úgynevezett «Marsch»-talajok, vagy «Polder»-ek, vagy az erdélyi sóbánya vidékeken nem ritkán található *sós mezők stb.*

A szikesek kémiai tanulmányozása folyamán rájöttem arra, hogy HILGRADNAK alkaliképződési elmélete szikeseink eredetét sok esetben nem magyarázza meg, és hogy a szikesekre nem mondhatjuk, hogy azok közé a talajok közé tartoznak, melyekben nincs talajkilúgozás. Ez utóbbi körülményre először GLINKA orosz tudós mutatott rá, mikor a *talajképződési tényezőkről* írt értékes könyvében¹ rámutatott arra, hogy a szárazföldi sóstalajok vagy alkalitalajok, aminők a mi szikeseink is, csak ott képződnek, ahol száraz éghajlatban a talaj *időszakonként* túlbő *nedvességi körülmények* hatása alá került. Bővebbet ezekről a hazai szikesekről írt monografiámban már ismertettem. Itt csak azért kellett erre visszatérnem, hogy rámutassak arra, hogy a szikesek képződésében is megy végbe talajkilúgozás, de nem olyan, mint a fent említett savanyú kilúgozás erdő- vagy láptalajok esetében, hanem talajkilúgozódás alkali sók bőséges jelenlétében. GLINKA fent idézett könyvében ezt alkalikus közegnek nevezi.² Ez a megjelölés azonban megtévesztő és magyarázatot igényel. Mert kémiai értelemben alkalikusnak az olyan oldatokat nevezzük, melyek reakciója lúgos, vagyis *pH*-ja 7-nél magasabb, holott a szikképződés neutralis alkalisóoldatok pl. NaCl vagy Na_2SO_4 hatására is végbe megy, miként azt egyebek között fent említett monografiámban kísérletileg is bebizonyítottam.³ A szikképződés tehát a talajkilúgozásnak sajátos típusa alkalisók jelenlétében és ez nem kíván szükségképpen lúgos közeget, csak azt, hogy a talajoldatban az alkalisók valami okból felhalmozódjanak, hogy így talajátalakító hatásukat érvényesítsék.

A kérdés most már csak az, hogy a valódi *mezősségi* talajok

¹ GLINKA K.: Die Typen der Bodenbildung. 1914. évf. 188. l.

² U. o. 103. l.

³ Dr. SIGMUND ELEK: A hazai szikesek stb. Budapest 1923. 42. l.

képződésekor valóban nincsen semmi talajkilugzódás, miként azt fent jeleztem, hanem inkább a talajsóknak felfelé való felhalmozódása? Ez ilyen mereven nem áll, mert ha semmi kilugzás nem volna, akkor a jó fekete földjeinkben, vagy az orosz «csernoziom»-talajokban az ásványok elmállása folytán képződött natriumsók is megtalálhatók volnának, a barna, vagy világosszínű mezőségi talajokban, általában az ú. n. «steppe»-talajokban pedig a natriumsók is felhalmozódnának a kalciumsók mellett. Ez pedig nincs így. Mert ha bizonyos só felhalmozódás a «steppe» talajok felső szintjeiben észlelhető is, ezek főképpen a nehezebben oldható kalciumsók, karbonátok vagy szulfátok; már a kalciumklorid, nitrát, valamint a magnéziumnak, natriumnak és kaliumnak vízben könnyen oldható sói figyelmet érdemlő módon meg nem találhatók. Mivel pedig a különféle szilikatok elmállásakor és a humus oxidatíójakor ezek képződése is feltételezhető, ugyanolyan joggal fel kell tételeznünk azt is, hogy ezek a vízben oldható elmállási termékek vagy kilúgoztattak, vagy más elváltozást szenvedtek. Kétségtelen tehát, hogy a mezőségi talajok képződésében is legalább időnként érvényre jut a talaj kilugzás, erre azonban az a jellemző, hogy ez neutrális közegben történik, amelyben az alkalisók relatív koncentrációja a kalciumsókhoz képest olyan csekély, hogy az alkalitalaj képződéséhez szükséges nagyobb alkalikoncentráció nem következik be, hanem, miként az alábbiakban látni fogjuk, a mezőségi talajokban uralkodó úgynevezett *neutrális talajoldatban a kalciumsóknak túlsúlya vezet* és ez szabja meg a talajkilugzás jellegét.

Az alábbiakban néhány tapasztalati példán ismertetni kívánom a talajkilugzás e három nemének kémiai ismérveit. Ezeket a vizsgálatokat az Orsz. Természettudományi Alap támogatásával a vezetésem alatt álló műegyetemi Mezőgazdasági Kémiai Technológiai tanszék talajtani laboratóriumában DI GLERIA JÁNOS okl. vegyészmérnök magánasszisztensem közreműködésével hajtottam végre. Ezek ugyan még nem elegendők arra, hogy végleges szabályokul szolgáljanak, de elég érdekesek és jellemzők ahhoz, hogy figyelmet érdemeljenek és arra bírjanak esetleg másokat is, hogy e kérdés tanulmányozásával foglalkozzanak. Ez okból a

jövő nyáron tartandó washingtoni I. nemzetközi talajtani kongresszuson mint általános érdekű eredményeket közölni óhajtom és nem akartam elmulasztani, hogy ezekről elsősorban a tekintetes Akadémiának röviden beszámoljak.

Minthogy már más alkalommal ismertettem itt a talaj sósavas kivonata alapján a savanyú és alkalikus kilúgzás kémiai ismérveit, ez esetben mellőzve az újabb elemzési adatok felsorolását, csak a végeredményeket foglalom össze és behatóbban csak a talaj humusz-zeolit-komplexumának jellegzetes változásairól fogok beszámolni, melyek a talajkilúgzási viszonyok jellemzésére igen alkalmasaknak bizonyultak. Már a talaj humusz-zeolit-komplexumáról és a talajaciditásról tartott székfoglaló értekezésemben¹ rámutattam azokra az elméleti megfontolásokra, melyekből kitűnt, hogy a talajkilúgzás hatása legjellegzetesebben a humusz-zeolit-komplexum kémiai összetételében tükröződik vissza. Ezeket az akkor levezetett törvényszerűségeket az újabb talajtani kutatásaim nagymértékben megerősítik és kimélyítik.

I. *A savanyú közegben való talajkilúgzást* ezúttal két talajszelvényen tanulmányoztam: az egyik a *hűvösvölgyi vegyes erdő* (*Quercus sessiliflora* és *Carpinus Betulus*) talajának, a másik a *csikóvári* tőzegtalajnak a szelvénye. A talajszintek aktiv aciditása (*pH* vizes suspensióban) 5.01—6.7 változott, a rejtett aciditás (*pH* u. *KCl*-os suspensióban) 4.3—4.99. A kicserélődési aciditás DAIKUKARA-KAPPEN eljárása szerint az erdőtalaj felső kilúgzási szintjében (*A*-szint) 10.5 volt, amely érték rohamosan csökkent, a *B* szintben már csak 1.5—1.8 volt. Az ú. n. hidrolitos aciditás (n. *Na*-acetatoldattal) sokkal nagyobb volt, az *A*-szintben 20.9—25.8 között változott és lefelé sokkal lassabban csökkent.

Minthogy az eredeti kőzetet csak a hűvösvölgyi talaj esetében vizsgálhattuk, erre vonatkozólag következő végeredményeket találtuk:

1. Az eredeti lözs CaCO_3 és MgCO_3 tartalma a savanyú kilúgzás folytán az *A*, *B*₁ és *B*₂ szintekből teljesen kimosódott.

2. A koncentrált sósavval megbontható és kivont I. és II. vegyértékű kationok a kilúgzási *A*-szintből többé-kevésbé szín-

¹ Math. és Természettudományi Értesítő XLIII. (1926. év) 51—80. lap.

tém kilúgoztattak és a B_1 és B_2 ú. n. felhalmozódási szintekben halmozódtak fel.

3. A Fe_2O_3 , Al_2O_3 és ú. n. oldható SiO_2 részben oldat, részben kolloid solok alakjában az A -szintből egészen a B_2 szintbe mosattak.

4. Feltűnő jelenség az, hogy a hűvösvölgyi erdőtalajban a Mg egyenértékek uralkodnak a többi felett és hogy az I. vegyértékű kationok is látszólag jobban ellentállottak a savanyú kilúgozásnak, mint a Ca -kation.

A humusz-zeolit-komplexum kationjainak viselkedését a másik két talajkilúgozással együtt részletesebben ismertetem.

II. A *neutrális közegben való talajkilúgozást a csorvási karbonattartalmú sötétbarna és a puszta kamarási (Erdély) karbonatmentes fekete mezőségi talajon tanulmányoztuk.* A sósavas kivonat adatait már régebben dr. BALLENEGGER RÓBERT határozta meg és közölte.¹ A két talaj aktív reakciója a mi vizsgálataink értelmében $pH = 6.37 - 8.69$, rejtett reakciója $5.86 - 7.62$ között változott. A mezőségi talajok természetének megfelelőleg a sósavas kivonat adataiból már BALLENEGGER azt következtette, hogy az egyes szintekben, nem tekintve a karbonátokat, érdemleges változás, tehát talajkilúgozás nincs. A karbonátok azonban részben a mélyebb rétegekbe lúgoztattak. Ez az eddigi külföldi (különösen orosz) tapasztalatokkal megegyezik. Majd látni fogjuk azonban, hogy a humusz-zeolit-komplexum adataiból a neutrális közegben való kilúgozásnak eddig nem ismert jelenségei tárulnak fel.

III. Az *alkalisós közegben való talajkilúgozást* ezúttal a Hortobágnak egy másik talajszelvényén tanulmányoztuk, mely az oszlopos szerkezetű szikéseknek egyik jellemző előfordulása, s melyet Dr. ARANY SÁNDOR, a debreceni M. kir. vegyakisérleti állomás talajtani osztályának vegyészke gyűjtött a nemzetközi talajtani társaság fizikai és kémiai vizsgálataihoz. A talaj só-tartalma igen kevés, a felső szintben alig 0.1% és Na_2CO_3 csak

¹ Dr. BALLENEGGER RÓBERT: Adatok magyarországi talajok kémiai összetételének ismeretéhez. Magy. kir. földtani intézet 1916. évi jelentése. Budapest 1917. 547. lap.

az alsóbb szintekben volt található. A talaj aktív reakciója a felső szintben $pH = 5.8$ -nál kezdődött és lefelé fokozatosan emelkedett $pH = 8.9$ -ig. A rejtett reakció $pH = 4.4 - 7.42$. A felső szintben még kieserélődési aciditás is volt 2.2 értékben és igen tekintélyes hidrolitos aciditás 21.7 értékben.

A sósavas kivonat adataiból ugyanaz a törvényszerűség látszik, mint a minőt már más esetben közöltem.¹

1. A karbonátok egészen a $C_1C_2C_3$ és D -szintekig lúgozódtak ki a felsőbb A és $B_1B_2B_3$ szintekből.

2. Nem tekintve a Ca -kationt, az I. és II. vegyértékűek a B_2 és B_3 szintben halmozódtak fel. Ugyancsak itt leljük fel a $Fe_2O_3 \cdot Al_2O_3$ és oldható SiO_2 maximumát is.

3. A szikesedés jellemzője a Na -kation a felső szintek egyenértékeiben vezető szerephez jut. Ez még inkább kitűnik a humusz-zeolit-komplexum kationjainak arányából.

Mielőtt azonban ezekre áttérek, a szikesedésnek négy fázisát kell röviden ismertetnem. Az első fázis a talajban az alkalisók felhalmozódásában áll. A második fázis azzal kezdődik, hogy az alkali sók hatására a humusz-zeolit-komplexumba egyre több kieserélhető Na -kation jut. Ebben a fázisban vannak az ú. n. szerkezet nélkül való sós talajok, minők a mi Duna-Tiszaközi szódás talajaink nagyrésze. Ezek tehát sós szikesek vagy sziksós-talajok. A harmadik fázis a sók lassú, de egyre tökéletesebb kilúgzásával kezdődik. Így keletkeznek a jellegzetes szerkezettel bíró ú. n. «szolonec» talajok, aminők a tiszamenti kötött szikeinknek kevésbé sós, de erős szikesedési fokkal bíró talajai. Nagyjában ide tartozik a vizsgált hortobágyi oszlopos szerkezetű szik is. Ámde a folytonos kilúgzás folytán, mely a múlt időszakos áradásainak következménye, a humusz-zeolit-komplexum Na -kationja a víz és szénsav hatására hidrolizist szenved és a komplexum egyre telítetlenebbé válik, amit a komplexumban abszorbeált H mértéke jellemez. Eddig ennek meghatározása bizonytalan volt, mert nem tudtuk, melyik módszer felel meg a kémiaiilag neutrális állapotnak, az ú. n. «equivalens» pont

¹ Dr. 'SIGMOND E.: Hazai szikesek és megjavítási módjaik. Budapest 1923. 55. l.

nak.¹ Ma már ezt a kérdést tisztáztuk, miként ezt egy másik közleményben ismertetni fogom. Ezek után mellőzve az elemzési eredmények részletes ismertetését, itt csak a három különböző közegben végbemenő talajkilúgzás hatását szemléltető adatokat és grafikonokat kívánom ismertetni.

Ha a kicserélhető kationok egyenértékeit összegezzük és ennek százalékaiban fejezzük ki az egyes kationok viszonylagos mennyiségét, akkor ebből megítélhetjük, hogy az egymást követő talajszintekben a humusz-zeolit-komplexum kationjai milyen mértékben változtak a talaj kilúgzás hatására.

Az I. sz. táblázat a fent már említett öt talaj idevonatkozó értékszámaait tartalmazza, az I. számú tábla pedig a megfelelő diagrammokat.

Ezekből az adatokból, de még szemléltetőbben a diagrammokból feltűnő különbség mutatkozik a talajkilúgzás három típusára vonatkozólag.

Savanyú közegben az abszorpciós komplexumban a *Ca* és *Mg*, neutrális közegben csak a *Ca*, alkalikus közegben a *Na* a domináló kicserélhető fémkation. A hűvösvölgyi erdőtalajban még kicserélhető *Al* is fordult elő, mely jelenség úgy látszik a savanyú kilúgzás esetében nem ritkaság. KELLEY adataiból azt látjuk, hogy igen gyakori, sőt nem ritkán még kicserélhető *Fe* sőt *Mn* is található.²

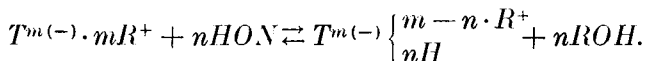
Igen érdekes képet nyújt még a kilúgzási viszonyokról, ha kiszámítjuk, hogy a különböző talajszintekben a sósavval megbontható résznek hányadrészét alkotják a kicserélhető kationok egyenként és leszámítva a karbonátokhoz kötött részt. Ezt a II. sz. táblázat adatai és a hozzá tartozó II. tábla diagrammjai tüntetik fel. Ez más szóval azt fejezi ki, hogy a savakkal megbontható szilikatokban foglalt fémkationok hány %-a esik a zeolit-humusz-komplexumra.

Teljes képet azonban a különböző kilúgzási viszonyokról

¹ Lásd dr. WIEGNER GYÖRGY: Anleitung z. quantitativen agrikulturchem. Praktikum, Berlin 1926. 53. lap.

² KELLEY W. P. és BROWN S. M.: Replaceable bases in soils of California. Technical Paper No. 15. 1924., 18—20.

csak akkor kapunk, ha még a humusz-zeolit-komplexumnak azt a részét is meghatározzuk, melyben a fémkationok helyébe hidrogén helyezkedett. Feltételezhetjük ugyanis, hogy a talajnedveség egyrészt maga is hidrolizálja a humusz-zeolit-komplexumnak mint gyenge savnak erős bázisokkal alkotott sóit.



A felszabadult bázisok vagy a talajnedvességben mindig bőven előforduló CO_3 -dal oldhatatlan karbonokat alkotnak, vagy mint oldható vegyületek könnyen kilúgozódnak a mélyebb szintek irányában. Így a hidrolízis egyre tovább pusztítja az abszorpciós komplexum fémkationjait, ha csak a talajoldat nem elég gazdag hasonló fémkationokban, melyek jelenlétében ez a hidrolízis visszaszorul. A savanyú kilugzás esetében ezek a talajoldatban hiányosan vannak képviselve s ezért ilyen viszonyok közt a komplexumba sok H helyezkedik el. Már a neutrális közegben a talajoldat gazdag kationokban, elméletileg tehát nem szabadna H -nek helyet foglalni. A sós alkalitalajokban hasonlóak a viszonyok, de már a kimosott szikesekben a só hiányzik és az alkali zeolitok könnyen hidrolizálnak.

A természetben azonban nem találunk ilyen éles határokat, sőt még egy másik folyamattal a szilikátok fokozatos elmálásával is foglalkoznunk kell. A talajvíz ugyanis nemcsak a zeolit-komplexumot, de az eredeti ásványokat is kikezdi. Hiszen a zeolitszerű anyagok is úgy képződnek. A szilikátelmállás első fokozata a hidrátok képződése, mikor is a vízmentes szilikátokból víztartalmú szilikátok képződnek. E közben szintén képződhetnek savanyú-hidroszilikátok, ha nincs a talajban elegendő közönbösítő anyag pl. $Ca CO_3$ vagy $Mg CO_3$. Ez lehet a magyarázata annak, hogy pl. a pusztakamarási karbonátmentes fekete mezőségi talaj, habár egyébként a mezőségi talajok jellegével bír, mégis jelentékeny mértékben telítetlen. Ezt ma még általánosan nem állíthatom a karbonátmentes fekete mezőségi talajok tekintélyes részére, mert eddig még nem állott módomban más ilyen talajt is vizsgálni. GEDROIZ-nak idevonatkozó adatai nem lehetnek irányadók, mert az ő módszere nem alkalmas arra, hogy a

talaj valódi telítetlenségi fokát meghatározzuk, miként ezt DI GLERIA-val közös közleményemben bővebben indokolni fogom. Itt egyszersmind ki fogom mutatni, hogy a talaj kémiai telítettségének vagyis az úgynevezett equivalens pontjának a mérésére csakis a konduktimetriás titrálás felel meg, miként ezt már a humusz-zeolit-komplexumról írt értekezésemben előre láttam, de csak újabb tanulmányok alapján sikerült bebizonyítanom.

A III. számú táblázatban összefoglaltam az egész humusz-zeolit-komplexum (T) fémkationjainak és hidrogénjének equivalens százalékait a komplexum (T) százalékaiban kifejezve és a megfelelő diagraminokat a III. tábla tünteti fel. Ezekből az adatokból igen jellemző képet nyerünk a savanyú, közömbös és alkalitalajok kilúgzási viszonyairól. A savanyú közegben a H a komplexum vegyértékeinek tekintélyes részét foglalta el, még pedig felülről lefelé haladva csökkenőleg. Ez egészen világos, mert hiszen a savanyú közeg legsavanyúbb a felső szintben és lefelé a neutrálishoz közeledik. Az alkali vagy szikes talajok esetében előfordulhat az is, például a fülöpszállási szódás talaj esetében, hogy semmi H -t sem lehetett megállapítani; a részben kimosott alkali-talajokban azonban, mint a vizsgált hortobágyi talaj, mely felső szintjében 0.1%-nál kevesebb nátriumsót tartalmaz és karbonátmentes, azt látjuk, hogy a felső szint erősen telítetlen, de lefelé haladva ez egyszerre megapad. A karbonáttartalmú mezősegi talaj felső két szintje sem bizonyult teljesen telítettnek, noha a hidrogén relatív mennyisége messze elmarad a savanyú talajokétól. A karbonátmentes pusztakamarási fekete talajra nézve egyelőre fenntartom véleményemet és csak akkor fogok nyilatkozni, ha még több hasonló talajt is vizsgáltam.

Minthogy tudomásom szerint a talajok humusz-zeolit-komplexumának ilyen tökéletes képét vagy annak az egész talajszelvényre kiterjedő változásait eddig senki sem ismertette, érdemesnek tartottam ezt itt közölni, fenntartva a további kutatások számára az általánosabb törvényszerűségek megalkotását.

ÜBER DIE CHEMISCHEN MERKMALE DER BODENAUSLAUGUNG.

Von ALEXIUS A. J. von 'SIGMÖND, o. Mitglied der Akademie.

Verfasser behandelt die chemischen Merkmale der Bodenauslaugung in saurem, neutralem und alkalischem Medium an der Hand von fünf Bodenprofilen. Die in Tabelle No. 1 zusammengestellten Analysen-Ergebnisse beziehen sich auf die austauschbaren Kationen in den verschiedenen Bodenhorizonten der fünf Bodenprofile in Prozenten der Gesamt-Äquivalentenmenge (S). Die ersten zwei Böden, namentlich der Waldboden von Hűvösvölgy und der Sumpfboden von Csikóvár stellen Typen der sauren Auslaugung dar. Die Böden von Csorvás und Pusztakamarás gehören zum dunkelbraunen, bezüglicherweise schwarzen Steppenbodentypus, also vermutlich im neutralem Medium entstanden. Endlich der Szikboden von Hortobágy ist ein typischer Solonetz-Boden, dessen Entstehen im alkalischen Medium dargestellt wird. Tafel 1 stellt die Zahlenergebnisse der 1. Tabelle im graphischer Darstellung zusammen. Aus beiden geht hervor, daß im saueren Medium die Kationen Ca und Mg , im neutralen Medium das Ca , im alkalischen dagegen das Na im austauschbaren Komplex dominieren. Im Waldboden von Hűvösvölgy wurde auch austauschbares Al nachgewiesen, was nach KELLEY in sauren Böden sehr oft vorkommen dürfte.

In Tabelle Nr. 2 hat Verfasser den Prozentgehalt der austauschbaren Kationen auf den Gesamtgehalt des betreffenden Kations (in konz. Salzsäure löslich) berechnet und auf Tafel No. 2 graphisch dargestellt.

Endlich gibt Tabelle Nr. 3 die perzentuale Zusammen-

setzung des gesamten Humus-Zeolitkomplexes (*T*), wo nicht nur die austauschbaren Basen, sondern auch der absorbierte Wasserstoff (*H*) bestimmt und mitgerechnet wurde. Im Falle der sauren Auslaugung dominiert der absorbierte Wasserstoff, weil der Absorptionskomplex sauer und stark ungesättigt war. Im Falle der karbonatreichen braunen Steppenboden in Csorvás, sind noch die Bodenhorizonte *A* und *B*₁ etwas ungesättigt, dagegen *B*₂ schon vollkommen gesättigt und zwar fast vollkommen gesättigt mit *Ca* und etwas *Na*. Der karbonatfreie schwarze Steppenboden von Pusztakamarás scheint ziemlich ungesättigt zu sein, welche Frage noch näherer Erläuterungen bedarf, allein auch hier überwiegt *Ca* alle anderen austauschbaren Kationen. Endlich scheint das Absorptionskomplex im Alkaliboden, abgesehen vom obersten Eluvialhorizont (*A*) nahezu gesättigt, dagegen dominiert zumeist *Na* anstatt *Ca*, was für die Alkaliböden so allgemein charakterisierend zu sein scheint. Die Ungesättigkeit des *A*-Horizontes ist der weiteren Hydrolyse des Alkali-humatzeolit-Komplexes zuzuschreiben. Es gibt in Ungarn Alkaliböden, in welchen der hohe Salzgehalt diese Hydrolyse verhinderte und deshalb schon der oberste Bodenhorizont vollkommen gesättigt sich erwies.

Verfasser beabsichtigt in ähnlicher Weise noch mehrere wohl definierte Bodenprofile zu untersuchen und will vorderhand sich jeder Verallgemeinerung enthalten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. März 1927.)

AZ ABSZORPCIÓS KOMPLEXUM TALAJ-BAKTERIOLÓGIAI SZEREPEÉRŐL.

'SIGMOND ELEK, TELEGDY-KOVÁTS LÁSZLÓ és ZUCKER FERENC-től.

Előterjesztette 'SIGMOND ELEK, r. tag.

Mikor a talaj humusz-zeolit-komplexumának sokoldalú kémiai és fizikai hatását ismertettem, már tisztán elméleti megfontolások alapján rámutattam arra, hogy a talaj e legaktívabb anyagának kétségtelenül nagy jelentősége lehet a talajbaktériumok életműködésére is. Jelen értekezésben e feltevésemnek igazolását néhány fontos talajbaktériumcsoportra vonatkozólag, tapasztalatokkal kívánjuk igazolni.

A talajban előforduló baktériumok közül a mezőgazdasági termelés szempontjából jelentősebbeket két nagy csoportba oszthatjuk: az egyik csoportba azok a baktériumok tartoznak, melyek a talaj nitrogénjének körfolyamatát bonyolítják le; a másik csoportba pedig azok, melyek a talaj szerves anyagának megbontását végzik. Az első csoportba az aërob és anaërob nitrogénkötő (Azotobakterek), a nitrifikálók (Nitrosomonas és Nitrobakter), denitrifikálók és ammonifikálók tartoznak.

A szerves anyag bontásában szereplő főbb csoportok az anaërob és aërob cellulozbontók, pektinbontók, vajsavat termelők és fehérjebontók. Ezeket a csoportokat a mai bakteriológiai vizsgálati módszerekkel már a talajban számszerűleg megbecsülhetjük.

Egyelőre még kevés ilyen vizsgálatot végeztünk ugyan, de a már eddig elért eredmények is igen érdekes következtetésekre jogosítanak, s ezért sietünk ezeket itt közölni. A kísérletek vég-

rehajtásában az *Orsz. Természettudományi Alap* támogatásáért itt is köszönetünket fejezzük ki.

Az egyik talaj a budapesti Kertészeti Tanintézet Ménesi-úti gyümölcsösének kerti talajából való, amely a jó trágyaerőben és intenzív kerti művelésben álló talajok egy tipikus képviselője. A talaj pH -értéke 6·8 volt, $CaCO_3$ -tartalma pedig 6·9%, ez tehát neutrális talajnak minősíthető, amelynek zeolit-humusz-komplexumát ugyan idő hiánya miatt nem vizsgáltuk, de az eddigi ide vonatkozó tapasztalataink alapján jogosan feltételezhetjük, hogy a zeolitkomplexum neutrális és kicserélhető Ca -ionokban bővelkedik. A talaj nedvességi állapota a beoltások idejében 22·4% volt. Ez esetben tehát előre látható volt, hogy úgy az Azotobaktériumok, mint a nitrifikálók (*Nitrosomonas* és *Nitrobakter*) a bő Ca -táplálék, a kedvező pH és a talaj jó művelési állapota következtében számottevő mennyiségben előfordulhatnak. Ezt a feltevést az alábbi adatok meggyőzően igazolják. A HILTNER-REMY-féle hígítási számolás alapján ugyanis 1 g kerti talajban találtunk:

Aërob N-kötő baktériumot	— — —	10,000
Anaërob N-kötő	« — — —	10,000
Nitrifikáló baktériumot	— — — —	10,000

számmal. Ez kétségtelenül gazdagnak minősíthető és a talajnak nitrogén szerzése és nitrifikációja szempontjából igen kedvező. Ehhez járul még, hogy a denitrifikáló baktériumok száma csak 100-nak adódott, ami szintén a talaj nitrogén-tápanyag-ellátása tekintetében kedvező jelenség.

A másik két talaj, mellyel kísérleteztünk, két szikes volt. Az egyik a mészmentes, oszlopos szerkezetű, tiszamenti szikesekből való Újszász vidékéről, melynek pH -értéke 6·5-nek, nedvességtartalma a próbavételkor 9·2%-nak bizonyult. A másik szikes a Duna-Tisza-közi kötött szódás talajok típusa Dunatétlenről, 0·5—1·0% vízben oldható káros sóval, ebben 0·28% szódátartalom, bő $CaCO_3$, pH -értéke 9·4, nedvességtartalma 12·4% volt. Ezekben a fent említett baktériumcsoportokat következő szám-szerű előfordulás jellemezte:

	Újszász	Dunatetőtlen
Aërob N-kötő _ _ _ _ _	10	---
Anaërob N-kötő _ _ _ _ _	1000	1000
Nitrifikálók _ _ _ _ _	---	---
Denitrifikálók _ _ _ _ _	1000	100

Ha ezeket a számbeli adatokat a kerti talaj megfelelő adataival összehasonlítjuk, a különbség szembeötlő. A vizsgált két szikes típus nagyon szegény az aërob N-kötő és a nitrifikáló baktériumokban, holott a kerti talaj ellenkezőleg gazdag. Az anaërob N-kötőkben is ugyan szegényebbek a vizsgált szikesek, mint a kerti talaj, de ezek száma már számottevő. Ámde az újszászi szikesben ezt mintegy ellensúlyozni látszik a denitrifikálók hasonló számaránya, holott a kerti talajban éppen ezek háttérbe szorulnak. A dunatetőtleni talajban a denitrifikálók mennyisége a kerti talajával azonos. Ezekből tehát az következik, hogy a vizsgált szikesekben az aërob nitrogén-kötés és a nitrifikáció vagy teljesen hiányzik, vagy igen hiányos. Az a feltevés tehát, hogy szikesekben a salétrom-képződés általában élénk, nem helyes és talán onnan ered, mert a homokos szódás területeken hajdan tényleg termeltek annak rendje és módja szerint mészsalétromot, és olyan helyeken, ahol nagyobb mennyiség organikus trágya vagy emberi ürüleből kiszivárgó lé és mészsav összehozták, ott természetesen volt salétromképződés, de egészen más körülmények között, mint a természetes kötött szik, vagy szódás talajokban. Ezt a kérdést ZUCKER FERENC több szikesen külön tanulmányozta, mely adatokról másutt fog beszámolni később. De ezekből is kitűnt, hogy salétromsav-reakciót és nitrifikálást csak egyes trágyafoltokon talált, rendszeren azonban a kötött szikeken ennek semmi nyomát sem találjuk.

Ezt különben már 1905-ben a békéscsabai öntözött szikre nézve megállapítottam és az utána következő salétrom-trágyázási kísérletek sikere igazolta, hogy a *kötött szikesekben a nitrifikáció vagy egyáltalán hiányzik, vagy nagyon szegényes.*

Ugyancsak e három talajban még más fontos baktériumcsoportokat is vizsgáltunk; a talált számszerű adatokat az alábbi értékek világosítják meg:

	Kerti	Újszász	Dunatetőtlen
Ammonifikálók _ _ _ _	100,000	10,000	1,000
Carbamidbontók _ _ _ _	100,000	10,000	1,000
Fehérjebontók _ _ _ _	10,000	10,000	1,000
Anaërob cellulózbontók	10,000	10,000	10,000
Aërob cellulózbontók _	1,000	100	10
Anaërob vajsaverjesztők	100,000	10,000	1,000
Aërob pektinbontók _	100,000	10,000	10,000

A kertitalaj baktériumgazdagsága úgyszólván minden esetben szembetűnő a két sziktalajével szemben, egyedül az anaërob cellulózbontók szerepelnek mind a három talajban egyenlő számmal. A legszegényebbnek itt is a szódás talaj bizonyult.

Ha végre a különböző használatos szilárd táptalajokon megszámlált baktériumokat figyeljük meg, itt is lényeges különbségeket tapasztalunk.

	Kerti	Újszász	Dunatetőtlen
Agarlemezen _ _ _	4.800,000	760,000	450,000
Gelatin-lemezen _ _	3.800,000	250,000	120,000
Anaërob _ _ _ _	410,000	120,000	280,000
Összesen _ _	9.010,000	1.130,000	850,000

Az összeadás azért megindokolt, mert a számlálás úgy történt, hogy ha az egyik kolónia a másikon is előfordult, az csak az egyikhez számítottatott. Látni ebből, hogy míg a kerti talajokon összesen 9 millió baktériumot találtunk, az újszászi szikesben csak 1.130,000-et, a dunatetőtleni szódás talajban pedig csak 850,000-et 1 g talajra átszámítva. Az is jellemző, hogy különösen az aërob fajok voltak a kerti talajban nagy túlsúlyban a szikesekkel szemben.

Ezek a kísérletek csak a kezdet legelején tartanak, de már is szép reményekre jogosítanak, s ezért ezeket a jövőben nagyobb arányban fogjuk folytatni. Nagyszámú talajon már is folyamatban vannak. Noha még nem állíthatunk fel általános szabályokat vagy elveket, az máris kitűnik, hogy *a talaj zeolit-humusz-komplexumának telítettségi állapota és a komplexumban fog-*

lalt bázisok minősége és mennyisége nemcsak a talaj fizikai és kémiai hatása következtében, de mint baktérium-tápanyagok és helyi káros hatások kiegyenlítői, talajbiológiai tekintetéből is igen fontosak.

Abból a körülményből ugyanis, hogy általában az aërob-baktériumok mindkét szikes talajban számszerűleg messze elmaradtak a jó kerti talaj flóra-gazdagságától, azt kell következtetnünk, hogy ezért elsősorban a szikesek tömődött, vizet és levegőt egyáltalában át nem eresztő tulajdonsága felelős. Ez különben előrelátható volt, de nem tartottuk feleslegesnek kísérletileg is igazolni.

Mint hogy pedig a talaj zeolit-humusz-komplexumának telítettségi állapota, a már eddig ismertettekből döntő befolyású az agyagos talajok dispersió-fokára, még pedig GEDROIZ-nak tapasztalatai és a mi szikesekünk viselkedése alapján, minél több Na -kation van a komplexumban, annál nagyobb a dispersitás foka, a H is növeli a disperziót, de kisebb mértékben: ezért azt mondhatjuk, és ezt igazolják a jelenlegi eredmények, hogy a kerti talaj aërob-flórájának gazdagsága elsősorban arra vezethető vissza, hogy annak humusz-zeolit-komplexumát főképpen a Ca -telíti és az alkaliak és a hidrogén benne csak alárendelt szerepet játszanak. Ezzel ellenkezőleg mindkét szikesben a humusz-zeolit-komplexumban a natrium jut uralomra, sőt az újszászi kilúgozott szik esetében még tekintélyes H -t is feltételezhetünk. A dunatetőtleni szódás talaj ugyan telített, tehát aktív hidrogént a komplexum nem tartalmaz, azonban a talaj erősen szódás és ez hidrolizise folytán az OH -ion koncentrációját erősen növeli, amit a $pH = 9.4$ adat is megerősít. A szabad OH -ionok pedig a dispersió fokát nagyon növelik.

Jelen esetben tehát a különbségek főoka az agyagos rész különböző disperzió-fokában keresendő, mely a zeolit-humusz-komplexum telítettségi viszonyaiban leli kellő magyarázatát.

Igaz ugyan, hogy TELEGDY-KOVÁTS és ZUCKER doktori értekezéseiből az is kitűnt, hogy a zeolitok kalciumja elsőrangú baktérium tápanyag úgy az azotobakterek, mint a nitrifikálók szempontjából. De ugyancsak ezekből a kísérletekből kitűnt az is, hogy felerész kalciumzeolit már hatálytalanítja a natriumzeolit vagy

szabad zeolitsav káros hatását.¹ Az azonban bővebb talajtani tanulmányokat igényel, hogy megállapítsuk, hol van az a határ, melynél a zeolit-humusz-komplexumban található *Ca* már nem elegendő a különböző baktériumok táplálására. Talajok esetében ez a tanulmány sokkal komplikáltabb, mint a mesterséges zeolitokon. De máris vannak tapasztalataink, amelyek e tanulmány alapjául szolgálhatnak,

Az Orsz. Chem. Intézet talajtani osztálya ugyanis vezetésem alatt a gyakorlat számára és bizonyos tudományos kérdések érdekében nagyszámú talajvizsgálatokat végez és a talajbakteriológiai vizsgálatokat részben a műegyetemi talaj-laboratóriummal karöltve végzi. Még korai volna itt ezekről beszámolni, de az eljárás jelentőségét illetőleg csak megemlítem, hogy pl. a legutóbb vizsgált 30 talajban:

Aërob	nitrogén kötés	— — — —	0	37.76	mg N
Anaërob	"	" — — —	1.01	28.41	" "
Nitrát képződés		— — — —	55.17	98.55	%

között változott. Ammonifikálás mindenik esetben igen élénk volt, mindössze egy esetben maradt vissza a többitől. A nitrítképződés pedig a magas nitrátképződés mellett csak igen csekélynek, 1–2%-nak bizonyult, 3–14%-os nitrítképződés csak elvétve fordult elő. Ez abból magyarázható, hogy a nitrítképzők sokkal érzékenyebbek a kalciumtáplálkozás iránt, mint a nitrátképzők, miként ezt a ZUCKER doktori értekezésében közölt kísérletek pontos adatokkal igazolták. Amely talajban tehát nitrítképződésnek kedveznek a viszonyok, ott a nitrátképzők még könnyebben megélnek és ezért a képződött nitritek csakhamar nitráttá oxidálódnak.

Abból a körülményből, hogy ahol elvétve több nitrít maradt a talajban, a denitrifikáció is kimutatható volt, arra következtethetünk, hogy ez esetekben a nitritek nem az ammoniumsók oxidációja, mint inkább a nitrátok redukciója folytán halmozódtak fel. E talajok közül a tanulmányozásra érdemesebbeket kiválogatjuk, hogy azokban majd a zeolit-humusz-komplexum

¹ Bővebben találunk: TELEGDY-KOVÁTS LÁSZLÓ: Mesterséges zeolitok hatása azotobakter-tenyészetekre. Budapest 1927. Doktori értekezés; továbbá: ZUCKER FERENC: A nitrifikáció lefolyása különböző mesterséges zeolitok jelenlétében. Budapest, Doktori értekezés, 1927.

telítettségi viszonyait felkutassuk. Ez azután úgy tudományos, mint talajtani szempontokból igen érdekes eredményekkel kecsegtet.

Már az eddigiekből is kitűnik azonban, hogy az általunk követett talajbakteriológiai eljárásokkal a talajbaktérium flórájáról jellemző képet nyerhetünk. Mert azt látjuk, hogy vannak talajok, melyekben élénk nitrogénkötés van, másokban nincs, vannak jól nitrifikálók, mások gyengén nitrifikálnak. A denitrifikáció is nagyon különbözőnek bizonyult.

Ami végre a humusz-zeolit-komplexumnak a talaj-baktérium flóráján való döntő hatását jelenti, az az eddig szerzett tapasztalataink értelmében következő pontokba foglalható össze:

1. Az abszorpciós komplexum telítettségi viszonyainak hatása a talaj-kolloidok diszpersió-fokára és ezzel az egész talaj fizikai tulajdonságaira, mely különösen az aerob-csoportok szempontjából igen fontos, sokszor pl. a szikesek esetében egyenesen döntő jelentőségű.

2. Minthogy a különböző talajbaktériumok egyes fajai nagyon érzékenyek a talaj savanyú illetőleg lúgos reakciója iránt, ez pedig, miként már tudjuk, ismét főként az abszorpciós komplexum telítettségi viszonyaitól függ: ezért általában azt mondhatjuk, hogy ha az abszorpciós komplexum erősen telítetlen vagy sok nátriumot tartalmazván erősen lúgos, akkor ez úgy az azotobakterekre, mint a nitrifikáló baktériumokra közvetlenül káros.

3. A zeolit-komplexumban lekötött kalcium igen jó tápanyagnak bizonyult, úgy hogy kétségtelen most már, hogy CaCO_3 -mentes talajban is találhatnak az azotobakterek és nitrifikálók felvehető kalciumot, ha a zeolit-komplexum elég gazdag abszorbeált kalciumban. Ez lehet az egyik magyarázata annak, hogy a mészmentes fekete mezőségi talajokban a talaj igen tevékeny, noha CaCO_3 hiányzik. Ámde láttuk már az előzőkben, hogy az ilyen mészmentes mezőségi talaj abszorpciós komplexuma kicserélhető kalciumban igen gazdag.

Egyelőre csak ezeket az általános következtetéseket állapíthattuk meg, de kutatásainkat tovább folytatjuk és azokból még sok érdekes eredményt várhatunk.

ÜBER DIE BODEN-BAKTERIOLOGISCHE ROLLE DES ABSORPTIONSKOMPLEXES.

Von ALEXIUS A. J. von 'SIGMOND, LADISLAUS TELEGDY-KOVÁTS
und FRANZ ZUCKER.

Vorgelegt von A. A. J. von 'SIGMOND, o. Mitglied der Akademie.

Aus den boden-bakteriologischen Untersuchungen der Verfasser geht klar hervor, daß zwischen der Bakterien-Flora eines gut gedüngten, neutralen Gartenbodens und der Alkaliböden entschieden große Unterschiede vorkommen, wonach die Aërobenbakterien in den letzteren stark zurückgedrängt werden; unter Anderem konnten weder Nitrifikation, noch Stickstoffbindung, bezüglich der entsprechenden Bakterien in den Alkaliböden nachgewiesen werden, allein die anaëroben Stickstoffsammler, bezw. die denitrifizierenden Bakterien kamen in Vordergrund.

Der Absorptionskomplex beeinflußt zunächst den physikalischen Charakter des Bodens, je nach seinem Sättigungszustand und der austauschbaren Kationen. Es hat sich namentlich aus den Versuchen der Verfasser herausgestellt, daß das austauschbare *Ca* den Nitrifizierenden (*Nitrosomonas*, bezw. *Nitrobakter*), wie auch Stickstoffbindenden (*Asobakter*) Bakterien vollständig genügt. Wenn aber das *Ca* durch *Na* bezw. *H* ersetzt wird, die genannten Bakterien, wegen Mangel an aufnehmbaren *Ca* nicht gedeihen. Dazu kommt noch der Zusammenhang des Sättigungsgrades mit der Bodenreaktion. Unter 30 verschiedenen Böden fanden die Verfasser eine Stickstoffbindung bei aëroben Verhältnissen von 0—37·76 mg N, bei aëroben Verhältnissen von 1·01—28·41 mg N, Nitratbildung wurde von 55·17—98·55 % gefunden. Aus alledem geht hervor, daß die Böden sehr verschieden sich verhalten und es lohnt sich zu prüfen, welche chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften dafür verantwortlich sein können. Hier dürfte die Rolle des Absorptionskomplexes nach den Erfahrungen der Verfasser ausschlaggebend sein.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. März 1927.)

AZ ABSZORPCIÓS KOMPLEXUM TELÍTETTSÉGÉNEK MÉRTÉKÉRŐL.

'SIGMOND ELEK r. tagtól és di GLÉRIA JÁNOS-tól.

Előterjesztette 'SIGMOND ELEK r. tag.

Már székfoglaló értekezésemben ¹ rámutattam a humusz-zeolit-komplexum telítettségi fokának és minőségének nagy horderejére. De mindjárt azt is jeleztem, hogy a HISSINK által először szabatosan definiált telítettségi fok ² analitikai meghatározása még nem megbízható és bővebb tanulmányt kíván. Hasonlókép a mások által javasolt eljárások sem kifogástalanok, miként ez a II. Nemzetközi Talajtani Bizottság 1926 ápril 2—6-ig Groningenben (Hollandia) tartott értekezletén világosan kitűnt. Ezért azt határozta az értekezlet, hogy az eddig javasolt módszereket tanulmány és összehasonlító kísérletezés tárgyává teszi. Ámde nem elég a különböző módszereket analitikai szempontokból tanulmányozni és összehasonlítani, hanem még azt is tanulmányozni kell, hogy a különböző módszerekkel tulajdonkép mit is határozunk meg.

HISSINK definíciója értelmében a talaj telítettségi foka:

$$V = 100 S/T,$$

hol S a kicserélhető, vagyis abszorbeált fémkationok egyenértékeinek összegét, T pedig az abszorpció kapacitás maximumát

¹ Math. és Term. Tud. Értesítő. XLIII. (1926.) 51—80. l.

² Dr. D. J. HISSINK: Beitrag zur Kenntnis der Absorptionsvorgänge im Boden. Intern. Mitteil. f. Bodenkunde XII. (1922.)

jelenti. Az *S* fogalma világos, de meghatározása karbonát-, illetőleg szulfáttartalmú talajok esetében az eddig ismert módszerekkel (HISSINK, GEDROIZ, KELLEY) nem megbízható vagy egyáltalán meg nem határozható.

A *T* fogalma már maga is határozatlan. Mert a talajabszorpció lehet tisztán kémiai vagy fizikai, vagy a kettő kombinálva. Kémiaiinak nevezem azt az abszorpciót, amely vegyértékek törvényeinek hódol. Nevezetesen a humusz-zeolit-komplexum úgy viselkedik, mint egy gyenge savnak sója, amely sav azonban nem oldódik. MICHAELIS az ilyen kémiai anyagokat «acidoid»-oknak nevezi. Ezek kolloid halmazállapotú anionok, melyek csak a külső felületükön disszociálnak és itt pillanatnyilag mennek végbe a kémiai reakciók is. A humusz-zeolit-komplexum anionját közelebből nem ismerjük. A komplexum anorganikus része alumo-kovász-vegyületnek tekinthető úgy a magam, mint BRADFELD vizsgálatai alapján. A szerves rész pedig SVÉN ODÉN szerint humusz-savnak minősíthető. Elég jól ismerjük azonban a komplexum kationoldatát. Mert a kicserélhető kationok a humusz-zeolit-komplexum anionjához kötött kationok. Ezeket ma már elég biztonsággal meghatározhatjuk, csak egy része a komplexumnak határozatlan, nevezetesen a savjellegű vegyértékek, melyeket úgy értelmezhetünk, mint szabad savak vagy savanyú sók esetében az anionhoz kötött hidrogént. Ez a hidrogén kétségtelenül erősebben kapcsolódik az anionhoz, mint a fémkationok, mert míg utóbbiakat neutrális sóoldatok fémkationjaival teljesen kicserélhetjük, a hidrogént csakis fémhidroxidokkal, tehát erős lúgokkal cserélhetjük ki teljesen. RAMANN megállapította, hogy a bázisaitól megfosztott zeolit 26-szor egymásután norm. *KCl* oldattal összerázva a szabad hidrogénjének csak mintegy 2%-át cserélte ki, holott hidroxidokkal a kicserélés pillanatszerű, akár a rendes titrálás esetében. Ezt a mi kísérleteink is igazolták. A nehézség csak ott van, hogy a kémiai neutrális pont, melyet WIEGNER egyenértékpontnak («Äquivalentpunkt») nevez, csak olyan indikátorral jelezhető, melynek színátmeneti pontja («Umschlagspunkt») ugyanolyan hidrogénionkoncentrációnak felel meg, mint aminő akkor van az oldatban, amikor kémiailag a humusz-zeolit anionja éppen egyenértékű fémkationnal telített. Ez azon-

ban a zeolitokra nézve a szerint változik, hogy alkalifém vagy föld-alkalifémhidroxiddal telítjük. Kísérleteinkből ugyanis kitűnt, hogy a kémiaiilag éppen telített mesterséges zeolitok pH értéke:

Ba -zeolit	esetében	8·6
Ca -zeolit	"	8·7
Na -zeolit	"	10·1.

Ez körülbelül a megfelelő karbonátok viselkedéséhez hasonló. Mert vegytiszta sók esetében a desztillált vízzel kevert karbonátok következő pH értéket adták:

$BaCO_3$	esetében	8·3
$CaCO_3$	"	8·4
Na_2CO_3	"	10·9.

A vízben oldhatatlan stearinsav sók is hasonló viselkedést árulnak el.

Ca -stearat	pH értéke	7·2
Ba	" " "	7·3
Na	" " "	9·4-nek bizonyult.

A Ca -mal telített talajok pH -ja tényleg, tapasztalataink szerint, 8·6 körül van, holott a Na -mal telített talajok 10-nél magasabb pH -val rendelkeznek. Ezért az indikátor megválasztásában egyrészt a titráláshoz használt hidroxidhoz, másrészt a talajban abszorbeált kationokhoz kell igazodnunk.

A másik nehézség az, hogy a talaj suspensióban titrálni bajos és bizonytalan, ha pedig megszűrjük a talajoldatot, akkor csak azt a H -iont titráljuk, amely az oldat egyensúlyi állapotának megfelel. Minthogy pedig a talaj «acidoid» gyenge sav, tehát hidrogénionjainak csak kis hányada van az oldatban disszociálva. Még hozzá ez az acidoid oldhatatlan, tehát csak végtelen hosszadalmas kimosással lehetne az összes hidrogént ionizálni.

Mindezek a nehézségek azonban elesnek, ha konduktometriásan titrálunk.

A konduktometriás titrálást a talajok telítettség pontjának

mérésére először HISSINK, a groningeni talajtani intézet igazgatója (Hollandia) ajánlotta, de azután ettől maga is csakhamar elpártolt körülményes volta miatt és egy másik eljárást alkalmazott, mely azon alapszik, hogy a talajt előbb fölösleges $n\ 10Ba(OH)_2$ -dal telítjük és a fölös lúgot fenolphtalein indikátor jelenlétében visszatitráljuk. Minthogy azonban azt tapasztalta, hogy ez az érték csak bizonyos baritfelesleg határán túl állandó, ez pedig a talajok szerint változik, egyszerre több kísérletet végez növekvő baritmennyiséggel és az állandó értékeket diagrammba rajzolván, az ezeken átfektetett egyenesek metszőpontját minősíti a közömbösítés pontjának.¹

Mi újra felvettük a konduktometriás titrálást és di GLÉRIA asszisztensem az eljárást áttanulmányozta, kidolgozta és doktori értekezésében leírta. Ezzel tehát itt nem foglalkozunk, hanem az eredeti értekezésére utalok.² Meglepett azonban az, hogy a HISSINK eljárásával kapott értékek mindig nagyon nagy mértékben eltértek a konduktometriás titrálás értékeitől. Ha azonban úgy jártunk el, mint HISSINK, hogy feleslegben alkalmaztuk a baritot és 3—4 nap elteltével titráltuk vissza konduktometriásan, akkor körülbelül HISSINK eljárásával hasonló értékekhez jutottunk. Erre vonatkozólag is ugyanott találunk adatokat. Di GLÉRIA azt is bebizonyította, hogy kémiailag indifferent anyagok, mint az aktív szerek, konduktometriásan titrálva neutrálisoknak, HISSINK eljárásával savanyúnak bizonyultak. Minderről di GLÉRIA értekezése részletesen beszámol, erről tehát bővebb ismertetés nem szükséges.

Az újabb szakirodalomban a telítettségi pontnak a meghatározására több eljárást ajánlottak. Mi ezeket a hűvösvölgyi erdőtalaj egyes szintjein kipróbáltuk és miként a csatolt táblázat mutatja, nagyon eltérő eredményeket kaptunk.

¹ Bővebbet dr. HISSINK D. J.: Der Sättigungszustand des Bodens. Zeitschr. für Pflanzenernährung und Düngung. A. rész. IV. évfolyam (1925 3. füzet).

² Di GLÉRIA JÁNOS: Tanulmány a talajok telítettségi fokának megismeréséhez. Budapest, 1926. 4—6.

Szint	pH vizes	pH KCl-os	Kicsérélődési aciditás	Hydrolitos aciditás	100 gr talajban meghatározott H milligramm egyenértékekben kifejezve												
					Neutralls pont esetén		n KCl kivonat		n BaCl ₂ kivonat Gedrolz		meghatározva :	színátmenet határán		Methylorange színátm. pH = 4.0	pH = 7 esetén potencio-metrikus	Acquivalens pont konduktometri. titr. meghatározva	maximális absorbtio Hissink szerint
					n/10 NaOH	n/10 Ba(OH) ₂											
							Phenolphthalein indikátorral színátmenet : pH = 8.2										
							Kicsérélődési aciditásból számított H										
				0.2-sze-rese	0.35-sze-rosa												
A	5.9	4.9	10.5	20.9	1.4	1.95	2.1	3.58	2.7	4.0	20.0	28.2					
B ₁	5.8	5.5	1.5	8.3	0.5	0.68	0.3	0.52	1.5	1.3	18.0	27.2					
B ₂	6.7	6.5	0.8	5.0	0.26	0.48	0.16	0.28	0.0	0.4	17.6	26.2					
C	8.2	8.1	0.15	0.6	0.0	0.0	0.03	0.05	0.0	0.2	9.6	10.8					

Ebből a táblázatból kitűnik, hogy a talaj humusz-zeolit-komplexumának telítettségi állapotát célzó különböző eljárásokkal, ill. a mészsükséglet megállapítását célzó eljárásokkal milyen különböző értékekhez jutunk és hogy ezek a különböző értékek hogyan értelmezendők.

A legalacsonyabb értékeket a talaj neutrális pontjának potenciometriás meghatározása szolgáltatja (6. és 7. rovat). Itt is kétféle értéket kapunk a szerint, hogy $n/10\text{NaOH}$ -, illetve $n/10\text{Ba(OH)}_2$ -dal titrálunk. A meghatározáshoz az amerikai Cenco-Wendt-féle készüléket használtuk, melyet a *Rockefeller Alap International Education Board* ajándékozott a műegyetem talajtani laboratóriumának. Miért e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki a tudományos munka e nemes pártfogóinak. A neutrális pont azt a talajállapotot fejezi ki, hogy amikor a hidrogén- és hidroxilionok koncentrációja egyenlő egymással és a tiszta víznek hidrogenion koncentrációjával, ami $0.85 \cdot 10^{-7}$. Ennek eléréséhez savanyú talaj esetében az alkalihidroxidokból kevesebb szükséges, mint az alkaliföldfémhidroxidokból, miként ezt különben már HISSINK is megállapította.¹ Ennek az a magyará-

¹ Dr. HISSINK D. J., Über Titrationskurven von Humusböden. Verh. d. II. Commission d. Intern. Bodenkundlichen Ges. Teil A. 75—85. l.

zata, hogy a kalcium- és báriumzeolit, illetőleg humát kevésbé oldható és kisebb mértékben disszociál, mint a megfelelő kálium-illetőleg nátriumvegyületek.

Nagysági sorrendben a neutrális pontot a GEDROIZ-eljárás értékei követik, ha azt az eredeti leírás értelmében methyl-orange indikátorral alkalmazzuk (10. rovat), ha azonban potentiometriásan titrálunk, akkor sokkal magasabb értékeket kapunk (11. rovat) és a DAIKUHARA-KAPPEN-féle kicserélődési aciditás értékeit is túlhaladjuk. Ennek a magyarázata szintén az eljárás jellegéből következik. GEDROIZ eljárása ugyanis abban áll, hogy a savanyú talajt normális $BaCl_2$ oldattal keveri és mossa addig, míg a lecsöpögő folyadék már nem ad methyl-orange-indikátorral vörös színeződést. Az egyesített oldatok bizonyos hányadát visszatitrálja. Ez nemcsak nagyon pontatlan eljárás, de annyi hibás, mert gyenge sav titrálásához a methyl-orange nem való. Ennek ugyanis a színátmenete 10^{-4} hidrogénionkoncentrációnál ($pH = 4$) van, tehát nagyon messzi esik még attól a hidrogénionkoncentrációtól, mely normális talajok esetében (kb. $pH = 8.5$) a kémiai telítettségnek megfelel. Ha mégis nagyobb értéket kapunk vele, mint a neutrális pontra kaptunk, az abból eredhet, hogy a potenciometriás titrálás esetében a talajt bizonyos mennyiségű vízzel keverjük s így egy bizonyos hidrogénion szabadul fel a talajból. Míg GEDROIZ mossa a talajt, még pedig sok folyadékkal, ami a komplexum latens H -jeiből többet szabadíthat fel.

Ha pedig potenciometriásan titráljuk meg a GEDROIZ-féle oldatot, akkor ez természetesen $pH = 7$ -nek felel meg és sokkal pontosabb is. Ezért rendszeren sokkal nagyobb értékeket kapunk. Nagy hibája még a GEDROIZ-eljárásnak, hogy a gyengén savanyú talajokra, amelyek ugyanis $BaCl_2$ oldattal nem adnak legalább $pH = 4$ savanyú oldatot, nem is alkalmazhatjuk. Ez a magyarázata annak, hogy GEDROIZ-eljárással sok talajunk neutrálisnak, illetőleg telítettnek minősül, holott valóban savanyú, illetőleg telítetlen.

Ha a DAIKUHARA-KAPPEN-féle kicserélődési aciditásból kiszámítjuk a 3.5-ös faktorial a megfelelő H egyenértéket, akkor az utóbbinál ugyan alacsonyabb, de hozzá közel eső értékekhez jutunk. Ez is az eljárás lényegéből érthető. Itt ugyanis 100 g

talajt 250 cm^3 normális KCl -dal keverünk, majd ebből 125 cm^3 -t leszűrünk és fenolphtalein jelenlétében $n \text{ } 10KOH$ -dal titrálunk. A savanyú oldat közömbösítésének megfelelő $KOH \text{ cm}^3$ -ekben fejezi ki az ugynevezett kieserélődési aciditást. DAIKUHARA azt tapasztalta, hogy ezt 3·5-tel kell szorozni, hogy azt a savmennyiséget megkapjuk, mely sokszor ismételt KCl -os kimosással elérhető. Elvileg tehát ez ugyanazt célozza, mint GEDROIZ eljárása. De egyszerűbb, pontosabb és mivel fenolphtalein indikátort használ, melynek színátmenete $pH = 10$ körül van, ez kiegyenlíti a $BaCl_2$ -nak erősebb hidrogén kieserélődését és a potenciometriás titrálásnak alacsonyabb $pH = 7$ -re vonatkozó beállítását. Ezért a 9. és 10. rovat értékei elég közel esnek egymáshoz.

Ha azonban azt a H -ionkoncentrációt vesszük alapul, mely a n. KCl -os oldatban tényleg van, akkor a köbcentiméterek számát csak 2-vel kell szoroznunk és ebből kapjuk az equivalens hidrogént (8. rovat). Miként ezt a 8. rovat feltünteti, ezek az értékek a GEDROIZ-féle titrálásnál is alacsonyabbak, ami már az elmondottakból önként érthető.

Mindez azonban egyik sem felel meg annak a kémiai neutrális állapotnak, mikor feltételezhető, hogy a zeolit-humuszkomplexumban az anionok negatív egyenértékeit egyenértékű pozitív kationok kötik le. Más szóval, ha a sóknak megfelelő equivalens pontra gondolunk. Láttuk pl., hogy a $CaCO_3$ - pH -ja 8·7-nek adódott. WIEGNER szerint ez következő körülmények szerint változik:¹

CO_2 -mentes levegőben	$pH = 10\cdot23$	
0·03 % CO_2 tart. levegőben	$pH = 8\cdot48$	
0·30 % " " "	pH	7·81 | talajban
1·00 % " " "	pH	7·47 | előfordul
100 %-os CO_2 -ban		6·13

Ebből azt látjuk, hogy a talajok esetében a $CaCO_3$ -os talaj pH -ja 8·5—7·5 közé esik. Vagyis ha a talaj kalciummal telített és a talajnedvesség közepes CO_2 -ot tartalmaz, akkor eredeti nedvességi talaj esetében kb. $pH = 7\cdot8$ körüli érték várható,

¹ Dr. WIEGNER GY.: Anleit. zur quantit. agrik. Praktikum. 1926.

száritott talaj esetében 8.5 körüli pH . Ennek a mi eddigi tapasztalataink meg is felelnek, habár még tisztán kalciummal telített talajt nem vizsgáltunk.

Legtermészetesebbnek látszik a talajt $Ca(OH)_2$ -dal telíteni és a felesleget vízzel kimosni. Ekkor tényleg Ca -mal telített talajhoz jutunk, de miként az di GLÉRIA doktori értekezéséből világosan kitűnik, ez sokkal több kalciumot tartalmaz, mint ami a humusz-zeolit-komplexum felületén abszorbeált hidrogénnek, az «aktív» hidrogénnek megfelel. A HISSINK-féle eljárással közelítőleg ezt az értéket kapjuk. De mivel minden kémiailag indifferens kolloid dispersiójú anyag is ilyen módon köt meg Ca -ot, ezért fel kell tételeznünk, hogy az vagy a Ca és OH -ionoknak közös abszorpciójából ered, vagy a kolloidok belső felületén kötődik meg és ezért sokkal hosszabb időt kíván, mint a felületi reakciók.¹ Ha azonban a talajt konduktometriásan titráljuk, akkor a titrálási görbe törési pontja a valódi equivalens-pontot adja meg, vagyis azt a H -t, melyet a titráláshoz használt $n\ 10Ba(OH)_2$ éppen közömbösít. Ezeket az értékeket mutatja a táblázat 12. rovata. holott a HISSINK-féle eljárással kapott jóval magasabb értékeket a 13. rovat tartalmazza.

Ezekből tehát világosan kitűnik, hogy a szerint, hogy milyen eljárást alkalmazunk, a humusz-zeolit-komplexumnak igen különböző telítettségi állapotát mérjük. Azt ma még nem ítéldhetjük meg, hogy ezek közül melyiknek van a legnagyobb gyakorlati értéke, hiszen úgyszólván valamennyivel már sikerült bizonyos gyakorlati eredményeket is elérni. Annyi azonban kétségtelennek látszik, hogy az equivalens-pontnak megfelelő telítettségi állapotot csakis a konduktometriás eljárással kapjuk. Ezért a telítettségi foknak, $V = 100\ T$ -nek kiszámításához nézetünk szerint csak ez szolgálhat reális alapul.

¹ Bővebbet erről di GLÉRIA fent idézett doktori értekezésében találunk.

ÜBER DEN SÄTTIGUNGSGRAD DES ABSORPTIONS-KOMPLEXES.

Von A. A. J. von 'SIGMOND' und JOHANN di GLERIA.

Vorgelegt von A. A. J. von 'SIGMOND, o. Mitglied der Akademie.

Die Verfasser haben an denselben Bodenprofil den Sättigungsgrad des Absorptionskomplexes des Bodens mit verschiedenen Methoden untersucht und die in der Tabelle in Wasserstoffäquivalenten dargestellten Werte erhalten. Wie ersichtlich, war der Sättigungsgrad am niedrigsten, wenn man den Boden potentiometrisch bis zum Neutralpunkt des reinen destillierten Wassers (Wasserstoffionkonzentration : $0.85 \cdot 10^{-7}$) mit $n\ 10\ NaOH$ titrierte; mit $n\ 10\ Ba\ OH_2$ war es schon etwas höher. Aus der Austauschazidität nach DAIKUHARA-KAPPEN erhielt man noch höhere Werte, welche denen der Methode von GEDROIZ ziemlich gleich kommen. Bei all den letzterwähnten titrimetischen Methoden bestimmt man eigentlich den Umschlagspunkt des angewandten Indikators in der mit KCl , beziehungsweise $BaCl_2$ gewonnenen Bodenlösung. Diese Werte liegen aber noch stets weit hinter den eigentlichen chemischen Neutralpunkten, d. i., den Äquivalentpunkten, welche in der vorletzten Spalte dargestellt sind. Endlich umfaßt die letzte Spalte die Maximalabsorptionskraft eines ungesättigten Bodens, nach HISSINK bestimmt. Durch die weiteren Untersuchungen der Verfasser hat sich herausgestellt, daß einerseits noch ungesättigte Böden durch die Methoden von KAPPEN bezw. GEDROIZ schon gesättigt scheinen, anderseits, daß chemisch gesättigte bezw. indifferente Körper durch die Methode von HISSINK noch stets ungesättigt gefunden wurden. Die Verfasser kommen also zum Schluss, daß zur Bestimmung des Grades der Ungesättigkeit des Bodens der chemische Äquivalentpunkt die Grenze darstellen muß, welcher stets nur durch konduktometrische Titrierung mit $Ba\ OH_2$ im Boden bestimmt werden kann.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. März 1927.)

AZ ÓLOM ÉS A BISMUT OLDÓDÁS-SEBESSÉGÉRŐL ÉS ABSZOLUT ELEKTROLYTOS OLDÁSI TENZIÓJÁRÓL.

GRÓH GYULA levelezőtág székfoglalója.

Az elektrolytos oldási tenziók abszolút értékének kérdését¹ legújabban NERNST egy megjegyzése tette aktuálissá,² melyben RICHARDSON kísérleteivel foglalkozva azt a kérdést veti fel, hogy mennyiben jogosult M. KNUDSEN egyenletét³ elektronok párolgási sebességére, illetőleg a fémek oldódási sebességére átvinni s ez egyenlet segítségével az elektronok tenziójára, avagy a fémek elektrolytos oldási tenziójára következtetni.

NERNST professzor úr felhívta a figyelmemet arra, hogy a rádió-aktiv indikáció módszerével, melyet HEVESY-vel együttesen sikeresen alkalmaztunk az ólom öndiffúziójának meghatározására,⁴ lehetőség nyílik a kérdés második felének közelebbi megvizsgálására.

A probléma tehát a következő: Adva van a KNUDSEN-féle, a higany párolgására vonatkozólag kísérletileg jól megalapozott egyenlet:

$$G = 43.75 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{M}{\vartheta}} P, \quad (1)$$

hol M az anyag molekulasúlya, ϑ az abszolút hőmérséklet, P az anyag gőznyomása din cm^2 -ben, G pedig a lehetséges legnagyobb párolgási sebességet jelenti, amikor tehát a folyadékból elpárol-

¹ Irodalmi áttekintést lásd K. BENNEWITZ és J. SCHULZ értekezésében, Z. f. physik. Chem. 124. 115 (1926); lásd még M. ANDAUER, ugyanitt 125. 135 (1927).

² Theoretische Chemie, XI—XV. Auflage, S. 883—884 (1926).

³ Ann. d. Physik. 47. 697 (1915).

⁴ Ann. d. Physik. 63. 85. (1920) és 65. 216. (1921).

gott molekulák számára lehetetlenné van téve, hogy a folyadékba ismét visszatérhessenek. Ha e formulát fémek oldódására alkalmazzuk, s kísérletileg meghatározzuk a lehetséges legnagyobb oldódássebességet (G -t), kiszámítható lesz az elektrolytos oldási tensio abszolút értéke (P). Hogyha másrészt az illető fémek elektródpotentialjainak abszolút értékeit (E) ismerjük, illetőleg ismeretesnek tételezzük fel, az

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P}{p} \quad (2)$$

egyenletből szintén kiszámítható az elektrolytos oldási tensio (P), illetőleg ebből az (1) egyenlet segítségével az oldódási sebesség, mely azután a kísérletileg meghatározottal egybevethető.

A konkrét kísérleti feladat tehát a fémek lehetséges legnagyobb oldási sebességének meghatározása volt, melyet elsőbben is az ólomra nézve végeztem el. A kísérlet véghezvitele abban állott, hogy közönséges ólom folyékony, higanyos oldatát *thorium B*-vel aktivált vizes ólomnitrát-oldattal hoztam érintkezésbe és elektroszkopos mérésekkel megállapítottam azt, hogy milyen sebességgel cserélődnek ki az amalgam és vizes oldat ólomatomjai. Hogy valóban a lehetséges legnagyobb kicserélődés-(oldás)-sebességet kapjam, minden olyan gátló hatást ki kellett küszöbölnöm, amely az amalgamban foglalt ólom oldódására, illetőleg kicserélődésére lassítólag hathatna. Két ilyen gátló hatás kerülhetett itt szóba, egy elektrosztatikai és egy diffúziós. Hogy az elsőt kiküszöböljem, a vizes oldat ólomionkoncentrációját az amalgam ólomkoncentrációjához képest nagynak vettem. Hogy pedig elejét vegyem annak, hogy az amalgam felületi rétege az inaktív ólomban elszegényedjék — ez annyit jelentene, hogy az oldódássebesség tempójára nézve nem az elektrolytos oldási tensio nagysága, hanem voltaképpen az a sebesség lenne mérvadó, mellyel az amalgám-ólom az érintkező felületre diffundál — oly módszert alkalmaztam, melynél az amalgam csak *rövid ideig* (0.08—0.16 másodpercig) érintkezik a vizes fázissal.

Ilyen értelemben véghezvitt kísérleteimben az ólom oldódássebességét (G -t) cm^3 -enkint és másodpercenként, telített ólomamalgamra átszámítva, 18°C -nál

$$G = 0.0051 \text{ g-nak}$$

találtam, melyből az elektrolytos oldási tensió abszolút értéke $P = 1.34.10^{-4}$ atm.-nak adódik.

Ha az ólomelektrod normál potentialját a normál hydrogén-elektrodra vonatkoztatva -0.12 Volt-tal vesszük számításba és PALMAER nullpontját fogadjuk el helyesnek, vagyis az ólomelektrod abszolút potentialját -0.16 Volt-tal tekintjük egyenlőnek, 18° C mellett elektrolytos tensió gyanánt a (2) egyenletből $P = 0.63.10^{-4}$; és ez érték behelyettesítésével az (1) egyenletből oldódássebesség gyanánt $G = 0.0024$ g adódik. Ezek a számok nagyságrendileg jól egyeznek kísérleteim adataival, ami a PALMAER-féle nullpont helyességét látszik megerősíteni.

Ha ugyanis a BENNEWITZ és SCHULZ-féle nullponttal ¹ $E_h = +0.475$ Volt számolva az ólomelektrod abszolút potentialját $+0.595$ -tel tekintjük egyenlőnek, elektrolytos oldási tensióul $P = 9.10^{21}$ atm. és oldási sebességül $G = 3.10^{21}$ adódik, azaz merőben eltérő értékek, mint amelyeket kísérleteimben kaptam.

Hogy meggyőződjem a PALMAER-féle nullpont helyességéről, a bismut oldódássebességére nézve is végeztem kísérletet. E fémnél PALMAER nullpontja szerint ugyanis $P = 2.8.10^{-23}$ atm. s ebből az (1) egyenlet szerint oldódássebességül $G = 1.0.10^{-21}$ adódik, vagyis az ólom oldódássebességénél 5.10^{18} -szor kisebb érték. Ami annyit jelent, hogy a bismut esetében — egyébként azonos kísérleti feltételek mellett — 5.10^{18} -szor annyi idő lenne szükséges a kicserélődési kísérlet véghezvitelére, mint az ólomnál. Ha tehát ólom esetében (az 1. táblázat adatai szerint) 3 percnyi idő alatt cserélődik ki az amalgam-ólomnak mintegy $\frac{1}{4}$ része, akkor hasonlóan a bismutnál ehhez 15.10^{18} percre, azaz kerekén 3.10^{13} évre lenne szükség.

Mint a kísérleti részben látható, a valóságban ehhez néhány óra elegendő volt; kísérleteim szerint ugyanis bismutra nézve $G > 1.5.10^{-5}$. Ez az érték a BENNEWITZ-féle nullponttal sem egyezik, mert e szerint G értékül $1.7.10^{17}$ adódik.

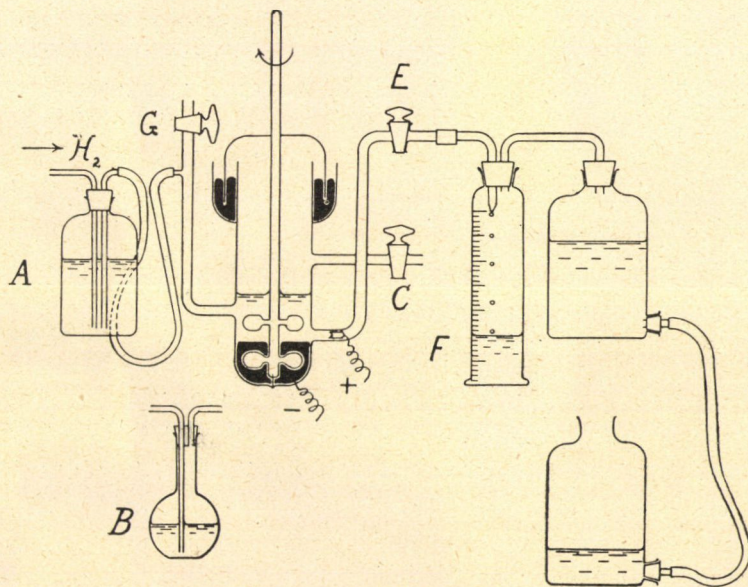
A dolgozatom legelején felvetett kérdésre nézve kísérleteim alapján a felelet úgy fogalmazható meg, hogy az ólom és a bismut oldódássebességére vonatkozó kísérletek divergáló eredményeket

¹ l. c.

adtak. Hogy ennek mi az oka, arról nehéz volna e két eredmény alapján választ adni. A kísérleteket folytatom s ha majd nagyobb számú kísérletre fogok támaszkodhatni, e kérdésre még visszatérek.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

a) **Az ólom oldódás-sebességének meghatározása.** Erre a célra kétféle berendezést használtam. A tájékoztató kísérletekhez használt készülék lényeges része egy kettős keverővel, higanyos tömítéssel ellátott, $25^{\circ}0$ -os thermosztatba merülő edény volt, mely-



1. ábra.

nek fenékre az inaktív ólomamalgamot s e fölé néhány cm^3 igen híg inaktív ólomnitrátoldatot öntöttem. Lásd az 1. vázlatos ábrát, melyben a tulajdonképpeni kicserélődési edény nagyobb arányban van rajzolva, mint a készülék többi része. Az aktív ólomnitrátoldat az A palackba került. (Ha az aktív ólomnitrát térfogata kicsiny — 35 cm^3 — volt, az A palackot a B lombikocska helyettesítette). Az aktív ólomnitrát úgy készült, hogy

radiothor készítmény fölött elhelyezett vékony ólomlemezken a szokásos módon aktív csapadékokat létesítettem, majd — 2 napos exponálás után — az ólomlemezket HNO_3 -ban oldottam, az oldatot szárazra párologtattam és a maradékot kiszárítottam és mértem. E maradékhoz szükség szerinti mennyiségben közönséges ólomnitrátot mértem² hozzá és az egészet mérőlombikban oldottam. Az *A* palack jobboldali csövét mindenekelőtt annyira kihúztam, hogy ennek felső vége a folyadék felszíne fölött volt; most egy óra hosszat erős hidrogénáramot vezettem az aktív oldaton és a tulajdonképpeni készüléken át (a hidrogén a *C* csapon és az ehhez kapcsolt mosópalackon keresztül távozott) s közben az amalgamot kathodikusan redukáltam, hogy annak felülete oxydmentes, teljesen fényes legyen. Ennek megtörténtével az áramot megszakítottam, az *A* edény jobboldali csövét az edény fenekéig nyomtam le, a *C* csapot elzártam s az *E'* csapot óvatosan megnyitottam. Ezzel az amalgam fölötti folyadékot átszívtam az *F'* mérőhengerbe s viszont az aktív ólomnitrátoldatot a tulajdonképpeni készülékbe s innen szintén a mérőhengerbe szívtam meghatározott sebességgel. Közben a keverőt folyton működtettem (fordulatszám percenkint körülbelül 150). Ha az aktív ólomnitrátoldat térfogata kicsiny volt, ezt egyszerre juttattam a készülékbe úgy, hogy a *B* lombikot szájával lefelé fordítottam. Ilyenkor aztán az oldat mindvégig a kicserélődési edényben maradt, tehát nem szívatott át a mérőhengerbe. A tulajdonképpeni kicserélődési kísérlet végeztével az *E'* csapon át ammonia-oldatot juttattam a készülékbe s ezzel a kicserélődést megállítottam.

Az amalgamot és az oldatot egymástól elkülönítve, az amalgamban még ismert mennyiségű inaktív ólmot oldottam (hogy a feldolgozás kényelmesebb legyen) s — ugyane célból — esetleg a vizes oldathoz is adtam inaktív ólomnitrátot. Az amalgamról a higanyt magas vakuumban teljesen ledestilláltam, a visszamaradt ólomregulust papírvékony lemezzé hengereltem ki s ebből dugófúróval ismert felületű korongokat vágva azok aktivitását α -elektroszkopban kimértem. A vizes oldathból elektrolysis útján választottam ki az ólmot, higanyt használva kathodul. A kapott amalgamot ugyanúgy dolgoztam fel, mint előbb.

Az ólomkorongocskák α -aktivitását az első mérést követő

2. és 3. napon is kimértem s így meggyőződtem arról, hogy az aktivitás valóban a *ThB* felezési idejének megfelelően esik. Az elektroszkopos mérésekből könnyű volt kiszámítani, hogy az aktiv vizes ólomnitrátból mennyi ólom ment át az amalgamba; minthogy természetesen *ugyanennyi* ólomnak kellett az amalgamból a vizes oldatba mennie, ki volt számítható az amalgamóloom «párolgási», illetőleg oldódási sebessége is.

A kapott eredmények egy részét az 1. táblázatban találjuk.

1. táblázat.

Az amalgam	A vizes oldat	Kísérlet idő-tartama	Az amalgamból kicserélődött ólom <i>g</i>	Kicserélődött ólom pro cm ² és pro sec <i>g</i>	<i>G</i>
mennyisége és ólomtartalma					
1·35 <i>g</i> ólom 10 cm ³ amalgamban	1 liter 0·01 mólos <i>Pb(NO₃)₂</i> -oldat	7 óra	0·270	0·0000014	2·4·10 ⁻⁶
1·35 <i>g</i> ólom 10 cm ³ amalgamban	1 liter 0·01 mólos <i>Pb(NO₃)₂</i> -oldat	4 óra 53'	0·256	0·00000185	3·1·10 ⁻⁶
0·414 <i>g</i> ólom 20 cm ³ amalgamban	35 cm ³ 0·1 mólos <i>Pb(NO₃)₂</i> -oldat	15'	0·147	0·000021	2·3·10 ⁻⁴
0·414 <i>g</i> ólom 20 cm ³ amalgamban	35 cm ³ 1·0 mólos <i>Pb(NO₃)₂</i> -oldat	3'	0·099	0·000070	7·7·10 ⁻⁴

A felsorolt kísérletek mindegyikét 25 C°-on végeztem. A táblázat utolsóelőtti rovatában foglalt számokat *telített ólomamalgamra* számítottam át annak feltételezésével, hogy a kicserélődés sebessége — ha az oldat ólomionkoncentrációja elegendő nagy — az amalgamban foglalt ólom koncentrációjával arányos. Miután kísérleteim szerint az ólomra nézve 25 C°-on telített amalgam ólomkoncentrációja 1·096 grammatom/liter, azért az utolsó rovatban foglalt eredmények úgy adódtak, hogy az utolsóelőtti rovatban foglalt számokat 1·096/*C*-vel szoroztam, hol *C* az alkalmazott amal-

gamban foglalt ólom koncentrációja ugyancsak grammatom liter egységekben. Ezek szerint *G* jelenti a tiszta, fémes ólom oldódássebességét négyzetcentiméterenkint és másodpercenként. Látnivaló táblázatunkból, hogy az oldódássebesség a vizes oldat koncentrációjának emelésekor — várakozásunknak megfelelően — nő, és pedig rohamosan (mintegy 100-szorosra) akkor, ha a nitrát-koncentrációt 0.01 mol/literről 0.1 mol/literre emeljük, de csak kisebb mértékben (mintegy 3-szorosra) az 0.1–1.0 mol/literre való emeléskor.

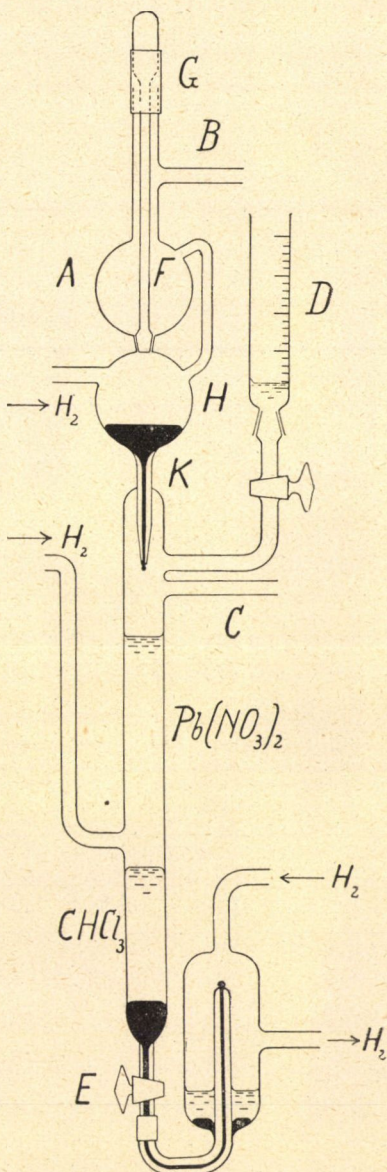
Látjuk azonban azt is, hogy az utolsó kísérletben 3 perc elegendő volt arra, hogy az amalgam ólmának közel $\frac{1}{4}$ része átmenjen a vizes oldatba. Minthogy a keverés nem volt nagyon intenzív, joggal tehető fel, hogy a kísérletben a *kicserélődéssebesség tempóját voltaképpen a felülethez történő diffúzió sebessége szabta meg s így a legutóbbi érték kisebb, mint a valódi, legmagasabb kicserélődéssebesség*. Ezért oly módszert kellett keresnem, melynél az amalgamfelület kevesebb ideig érintkezik a vizes fázissal.

Ily értelemben szerkesztettem második készülékemet (2. ábra). A felső *A* gömbbe 10 cm³ higanyt tettem s miután a készülék alsó részét szintén elláttam higannyal, a készüléken erős áramban hidrogént vezettem át. A hidrogén a *B*, illetőleg *C* csöveken, illetőleg az ezekhez kapcsolt gázmosópalackokon keresztül távozott. Ha az eszköz már levegőmentes volt, a hidrogén áramoltatása közben a *B* csövön keresztül a higanyba dobtam a lemért mennyiségű (mindenkor 0.207 gramm) tiszta felületű ólmot. A készüléket ezután hevítő köpennyel (50–60 C°) véve körül, azt éjjelre magára hagytam (lassú hidrogénáram), mialatt az ólom feloldódott. Másnap a *D* bürettán keresztül előbb chloroformot juttattam a készülékbe, majd pedig az 1 molos aktív ólomnitrátoldatot, melyet az előzőekben leírt módon készítettem. Az *E* csapot azután megnyitottam, az *F* hosszúnyelű dugót kihúztam (ezt a *G* kaucsukcső rugalmassága tette lehetővé), mire az amalgam a *H* gömbbe folyt s innen lassankint a *K* kapillárison át az aktív oldatba csepegett kereken 1000 csepp alakjában. A hidrogen áramoltatása csakis a csepegtetés alatt szünetelt. A cseppek természetesen csak annyi ideig érintkezhettek az aktív oldattal, míg azon ke-

resztül a chloroformba jutottak. A tájékoztató (itt nem közölt) kísérleteknél azt vettem észre, hogy az amalgamcseppek ólomnitrátcseppeket ragadnak magukkal; ezek az alsó higanyfelületen is megtapadván, az érintkező felület és érintkezési idő nagyságát bizonytalanná teszi. Ezért a tulajdonképpeni kísérleteknél az aktív oldathoz 1—2 csepp alkoholt elegyítettem, miáltal ez a zavaró jelenség kiküszöbölődött.

A lecsepegés befejezése után az alsó, most már aktívvá lett amalgamot az oldattól elkülönítettem s a bennük foglalt ólom aktivitását ugyanúgy határoztam meg, mint előbb.

Annak megállapítására, hogy mennyi ideig érintkeznek az amalgamcseppek az oldattal, vagyis mennyi ideig tart, míg a cseppek az aktív oldaton átrohannak, kinematograf-felvételeket készítettünk. Az aktív oldatot tartalmazó cső mellé egy álló centiméterskálát, továbbá egy oly centiméterskálát helyeztünk, mely egy lapos dob hengerfelületére volt göngyölve. Az amalgam csepegése közben most a dobot ismert sebességgel (elektromotorral) forgattuk és az egész berendezést fotografáltuk. Másod-



2. ábra.

percenként kb. 32 felvételt készítvén, ugyanarról a cseppről — mialatt az 10 cm utat futott az oldatban — 5—6 képet kaptunk. A képeket egyenkint kivetítvén, meg volt állapítható a 10 cm út befutásához szükséges idő, melyet középértékben 0·166 másodpercenek találtunk. (Hiba bizonyára nem nagyobb $\pm 3\%$ -nál).

Kísérleteinkről — melyek valamennyien szobahőmérséklet mellett történtek — a 2. táblázat számol be. A használt 10—10 cm³ amalgamban az ólom koncentrációja minden esetben 0·1 gramm-atom liter volt.

2. táblázat.

A vizes fázis magas- sága cm	Csepp- szám	Idő másod- perc	Terület cm ²	Az amalgámólomból kicserélődött ólom		G
				összesen	pro cm ² és pro sec	
				g		
9·6	1042	0·159	227	0·0243	0·00067	0·0059
9·8	879	0·163	215	0·0255	0·00073	0·0064
9·9	1035	0·164	227	0·0216	0·00058	0·0051
9·9	1046	0·164	228	0·0243	0·00065	0·0057
10·0	1071	0·166	229	0·0209	0·00054	0·0047
9·7	1020	0·161	226	0·0222	0·00061	0·0053
5·4	1109	0·0896	232	0·00977	0·00047	0·0041
5·0	1066	0·0830	229	0·00881	0·00046	0·0040
4·9	1031	0·0813	226	0·0101	0·00055	0·0048
5·0	1040	0·0830	229	0·00990	0·00052	0·0046

Mint látható, a kísérletek egy részében kereken 10, más részében pedig kereken 5 cm volt az aktív ólomnitrátoldat magassága. Az előbbi esetben kereken 0·16 másodperc már elegendő volt ahhoz, hogy az amalgam ólmának mintegy $\frac{1}{10}$ része kicserélődjék. Ez a körülmény ismét azt az aggodalmat kelthetné, hogy talán ez esetben sem értük el a maximális kicserélődéssébséget, vagyis hogy a felülethez történő diffúzió sebessége a tulajdonképpeni kicserélődés sebességéhez képest kicsiny s így a

kicserélődés tempóját előbbi szabná meg. Ezt az aggodalmat azonban eloszlatják a 2. táblázat második részében közölt kísérletek, melyeknél az aktív oldat magassága csak 5 cm volt. A kicserélődött ólom mennyiség ugyanis itt kereken csak félakkora, mint a kísérletek első csoportjában (L. a táblázat 5. oszlopát). Ha a felülethez történő diffúzió szabta volna meg az észlelt kicserélődés sebességét, akkor az *első 5 centiméteres úton több ólomnak kellett volna kicserélődnie, mint a másodikon*; vagyis az utóbbi (5 centiméteres) kísérleteknél több ólom kicserélődését kellett volna tapasztalnunk, mint az előbbi (10 centiméteres) kísérleteknél észlelt kicserélődés felét. Minthogy ez az eset nem forog fenn, az észlelt kicserélődésebbességeket maximálisaknak tekinthetjük.

Az ötödik oszlop adatait átszámítottam 1 cm²-re és egy másodpercre (6. oszlop) s az utóbbiakat *telített* amalgamra. Mivel az ólomra nézve 18°-on telített amalgamban az ólom koncentrációja 0·877 grammatom literenkint, viszont a használt amalgam koncentrációja ugyanilyen egységben 0·1, azért a 6. oszlop számait 8·77-tel kellett szoroznom. Az így kapott eredmények adták az utolsó oszlopban foglalt *G* értékeket.

b) A bismut oldódás-sebességének megállapítására csupán tájékoztató — félquantitatív — méréseket végeztem. A készülék lényegileg hasonló volt az 1. ábrában feltüntetettéhez, azzal a különbséggel, hogy keverést nem alkalmaztam.

Az aktív bismutnitrátoldat úgy készült, hogy egy régi radio-ólomkészítményből ismert módon, elektrolytosan leválasztottam a *RaE*-t (polóniummal együttesen) s ezt a platinkatódról tömény salétromsavval leoldottam. A kapott igen híg oldathoz részletekben addig adtam szilárd bismutnitrátot, míg az oldat közel telítetté vált. Az oldatot most megsűrtem és vízzel addig hígítottam, míg belőle kevés csapadék vált ki. Az így nyert, ismét megsűrzt oldatot hoztam a bismutamalgammal érintkezésbe. A kísérlet végeztével az amalgamról ledesztilláltam a higanyt, a bismutregulust salétromsavban oldottam, majd az oldatból kénhidrogénnel leválasztottam a bismutot. A kapott csapadékot alkohollal víztelelenítve kiszáritottam és lapos fémcészében vékony rétegbe kiterítve annak aktivitását β -elektroszkópban meg-

mértem. A vizes oldatból közvetetlenül leválasztottam a bismut-sulfidot s azt az elsőhöz hasonlóan kezeltem.

A csapadék β -aktivitását 5 napon keresztül naponként mértem s így meggyőződtem arról, hogy a feleződés valóban 5 nap alatt következett be.

Az aktivitásmérések adataiból a már említett módon könnyen ki lehetett számítani, hogy az amalgamban foglalt bismutból mennyi cserélődött ki, vagyis mennyi bismut «oldódott». Az érintkező felület nagysága 11 cm^2 volt. Az eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat.

Az amalgam	A vizes oldat	A kísérlet idő-tartama	Az amalgamból kicserélődött bismut g	Kicserélődött bismut pro cm^2 és pro sec. g	G
bismuttartalma és mennyisége					
0.627 g Bi 10 cm^3 higanyban oldva	20 cm^3 0.25 mólos $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ -oldat	39 óra	0.31	0.2×10^{-6}	0.64×10^{-6}
	23 cm^3 0.4 mólos $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ -oldat	23 óra	0.30	0.36×10^{-6}	1.1×10^{-6}
	20 cm^3 0.4 mólos $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ -oldat	14 óra	0.24	4.7×10^{-6}	15×10^{-6}

Az utolsó rovatban foglalt eredmények itt is telített bismut-amalgamra vonatkoznak.

Minthogy e kísérletekben keverést nem alkalmaztam, a legutolsó G érték nem tekinthető maximálisnak s így csak annyi mondható ki, hogy $G > 1.5 \cdot 10^{-5}$.

★

Kísérleteimet az amsterdami akadémia VAN' T HOFF alapítványának anyagi támogatásával kezdtem és az *Országos Természettudományi Tanács* anyagi segélyével folytattam a m. kir. Állatorvosi Főiskola vegytani intézetében.

A kinematograf-felvételeket a *Fővárosi Pedagógiai Filmgyár* volt szíves eszközölni.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1927 évi május hó 23-án tartott üléséből).

AUFLÖSUNGSGESCHWINDIGKEIT UND ELEKTROLYTISCHE LÖSUNGSTENSION DES BLEIES UND DES WISMUTS.

Von J. GRÖH, k. Mitglied der Akademie.

Die Aufgabe dieser Arbeit war, zu prüfen, inwiefern es berechtigt sei, die Gleichung von M. KNUDSEN auf die Auflösungs- geschwindigkeit der Metalle anzuwenden und mit Hilfe dieser Gleichung auf die elektrolytische Lösungstension zu folgern. Zu diesem Zwecke bestimmte ich die größtmögliche Auflösungs- geschwindigkeit des Bleies in der Weise, daß ich eine flüssige Lösung des gewöhnlichen Bleies in Quecksilber mit einer durch $ThB(NO_3)_2$ aktivierten wässerigen Bleinitratlösung in Berührung brachte und durch elektroskopische Messungen ermittelte, mit welcher Geschwindigkeit der gegenseitige Austausch der Bleiatome erfolgt. So fand sich die Auflösungs- geschwindigkeit des Bleies bei $18^\circ C$ $G = 0.0051 \text{ g/cm}^2/\text{sec}$, aus welchem sich der absolute Wert der elektrolytischen Lösungstension des Bleies nach der Gleichung (1) zu $P = 1.34 \cdot 10^{-4} \text{ Atm.}$ ergibt.

Nehmen wir das Normalpotential des Bleies, bezogen auf die Normalwasserstoffelektrode mit -0.12 Volt in Rechnung und erachten wir das PALMAER'sche Nullpotential für richtig, so ergibt sich nach der Gleichung (2) für die elektrolytische Lösungstension $P = 0.63 \cdot 10^{-4} \text{ Atm.}$ und aus diesem laut Gleichung (1) für die Auflösungs- geschwindigkeit $G = 0.0024 \text{ g/cm}^2/\text{sec}$. Diese Werte stimmen der Größenordnung nach mit den Ergebnissen meiner Versuche überein, was die Richtigkeit des PALMAER'schen Nullpunktes zu bestätigen scheint.

Um die Richtigkeit dieses Nullpunktes zu prüfen, führte

ich einige Versuche über die Auflösungs-(Austausch-)Geschwindigkeit des Wismuts aus. Bei diesem Metalle fand ich experimentell $G > 1.5 \cdot 10^{-5}$, während sich nach dem PALMAER'schen Nullpunkt und nach der Gleichung (2) $G = 1.0 \cdot 10^{-21}$ ergibt.

Nach meinen Versuchen kann ich also die Antwort auf die aufgeworfenen Fragen in der Weise formulieren, dass die über die Auflösungsgeschwindigkeit des Bleies und des Wismuts durchgeführten Versuche divergierende Resultate ergaben. Wo der Grund dieser Divergenz liegt, darüber kann man nach den bisherigen Untersuchungen wenig sicheres aussprechen. Die Versuche werden in mehreren Richtungen fortgesetzt.

Diese Arbeit erscheint etwa gleichzeitig im vollem Umfange in der Zeitschr. für physikal. Chemie.

Die Versuche habe ich mit Hilfe des VAN'T HOFF-Fonds der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam begonnen und mit Hilfe der Ungarischen Landeskommission zur Förderung der Naturwissenschaften fortgesetzt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Mai 1927.)

PERIODIKUS RENDSZEREK ADIABATIKUS INVARIÁNSAI.

CSÁSZÁR ELEMÉR-től.

1. Az adiabatikus invariáns fogalma. Boltzmann tétele.

a) Több nagyjelentőségű természettörvény lényege éppen abban áll, hogy ezek bizonyos állandóknak (invariánsoknak) más változó mennyiségekkel való kapcsolatát fejezik ki. Ilyen például a NEWTON-féle gravitációs törvény, mely szerint

$$f = P \frac{r^2}{m_1 m_2}.$$

Vagy ilyen a teljes (fekete) sugárzásra vonatkozó STEFAN—BOLTZMANN-féle törvény, melyet éppen azért említek itt, mert ez is egy az anyagi minőségtől független törvényszerűség. E szerint

$$\sigma = \frac{E}{T^4},$$

hol E a fekete test felületegysége által az időegység alatt kisugárzott energiamennyiséget, T pedig az abszolút hőmérsékletet jelenti.

Ha az előbbi egyenlőségekben a jobboldali független változók bármelyikét tetszésszerűen változtatásnak vetjük alá, a baloldalon f és σ változatlanul maradnak, invariánsok.

De az invariantia nemcsak az ilyen nagyjelentőségű természeti konstansok sajátja, hanem a fizikai jelenségeknek nagy csoportjára vonatkozólag lehet más természetű mennyiségeket is megjelölni, melyek bizonyos változások közben invariánsok

maradnak. Ezeknek az invariánsoknak a létezése BOLTZMANN,¹ CLAUSIUS² és SZILY³ munkáiból közvetlenül következik. E következtetést P. EHRENFEST⁴ vonta le, ki egyúttal BOLTZMANN eredményének újabb bizonyítását is adta, különös tekintettel az adiabatikus invariánsra. Nevezett kutatók egész általánosságban azt vizsgálták, hogy milyen egyenlőségek érvényesek akkor, ha tetszésszerűnti *periodikus rendszert* változásnak vetnek alá. Így például rugalmas erő hatása alatt rezgő pont mozgási periodusát növelik vagy csökkentik. Ezt úgy is kifejezhetjük, hogy a rendszert *mechanikai tranzformációnak* vetik alá. Ez a jelenség megvalósítható, ha kifeszített gumiszalagra vagy húrra kis golyót erősítünk, ezt rezgésbe hozzuk s a feszítőerőt változtatjuk; ekkor a golyó lineáris oszcillátor gyanánt szerepel. Vagy megvalósíthatjuk úgy is, hogy egy ideális inga fonálát lengés közben folyton rövidítjük: például az újjunkon átvetve lassan fölfelé húzzuk. (H. A. LORENTZ⁵ példája.)

BOLTZMANN tételének lényege EHRENFEST fogalmazásában a következő. Gondoljunk egy periodikusan működő rendszerre, például az előbb említett oszcillátorra, melynek rezgésszáma (ν) mint parameter szerepeljen. Vessük alá e rendszert *adiabatikus* változásnak, minek fizikai tartalma az, hogy egyik parameter (például ν) változtatása által közöljünk energiát a rendszerrel. (Hasonló a jelentése az adiabatikus szónak a thermodynamikában, hol valamely gáztömeg akkor szenved adiabatikus változást, ha nem közvetlenül hőt közlünk vele, hanem például összenyomás által térfogatát kisebbitjük. Ekkor egyúttal a közölt hőmennyiség egyenlő zérussal.) E változás előtt legyen a periodus τ , utána pedig $\tau + d\tau$.

¹ L. BOLTZMANN: Wiss. Abh. I. 26. és 228. o.; Prinz. d. Mech. II. 40. és 48. §§, 1897. J. A. BARTH, Leipzig; Sitzb. d. Wiener Akad. 53. k., 1866 febr. 8.

² R. CLAUSIUS: Pogg. Ann. 142, 1870. 211. o.

³ SZILY KÁLMÁN: Ann. d. Phys. 145, 1872. 295. o. A M. T. Akadémián előterj. 1871 dec. 11.-én.

⁴ P. EHRENFEST: Ann. d. Phys. 51, 1916. 346. o.

⁵ P. LANGEVIN ET M. DE BROGLIE: La théorie du rayonnement et les quanta, 450. o., 1912. GAUTHIER—VILLARS, Paris.

EHRENFEST kimutatta, hogy

$$\Delta \int_0^{\tau} 2E_k dt = \int_0^{\tau+\Delta\tau} 2E_k dt - \int_0^{\tau} 2E_k dt = \tau (\Delta E + \Delta L_e), \quad (1)$$

hol ΔE a rendszer teljes energiájának változása, ΔL_e pedig a τ változása közben a rendszer által végzett külső munka.

Az (1) egyenlet jobboldala általában véve nem egyenlő zérussal. Legyen azonban a folyamat — amellet, hogy adiabatikus — még *reverzibilis* is. Ennek fizikai tartalma az, hogy végtelen lassan történjék a parameter változtatása; vagy pontosabban: vizsgáljuk a megvalósítható folyamatok határesetét akkor, mikor a parameter változásának a sebessége zérussá változik. (Hasonló a jelentése a reverzibilis szónak a thermodynamikában: valamely gáztömeg, mely egy hengerben dugattyúval van elzárva, akkor terjed ki reverzibilisen, ha a dugattyúra ható nyomás a kiterjedés minden pillanatában egyenlőnek vehető a gáz nyomásával. Ekkor a kiterjedés végtelen lassan történik és a gáz majdnem folytonosan egyensúlyi állapotban van. Ekkor egyúttal — adiabatikus változások esetében — a gáz belső energiájának csökkenése egyenlő a külső munkával.) Ha az említett mechanikai tranzformáció *reverzibilis*, akkor itt is a rendszer energiájában beálló változás abszolút értékben egyenlő a rendszer által végzett külső munka abszolút értékével, vagyis

$$\Delta E + \Delta L_e = 0, \quad (2)$$

és így adiabatikus reverzibilis változásokra BOLTZMANN eredménye így hangzik:

$$\Delta \int_0^{\tau} 2E_k dt = \Delta (2\tau \bar{E}_k) = 0, \quad (3)$$

hol E_k a kinetikus energiának egy periodusra vonatkoztatott időbeli középértékét jelenti.¹ Ennek az egyenlőségnek fizikai tartalma az, hogy *ha egy periodikus rendszert adiabatikus reverzibilis változásnak vetünk alá, a kinetikus energia középértéké-*

¹ Egyébként a betű felett álló vízszintes vonást mindig halmaz-középérték (arithmetikai közép) jelölésére fogjuk használni.

nek a periodussal való szorzata állandó (invariáns) marad, tehát a

$$2E_k\tau = \frac{2E_k}{\nu} \quad (4)$$

menyiség a periodikus rendszerekre *adiabatikus invariáns*. (Ha a változás nem reverzibilis, hanem például hirtelen megrántom kétoldalt a gumiszalagot vagy az inga fonalát, mikor a rezgő pont az egyensúlyi helyzetben megy át vagy a szélső helyzetben van, akkor nem áll a tétel. Világosan kitűnik ez a tételnek BURGERS-től származó és SOMMERFELD¹ által közölt bizonyításából.)

b) A fentebb szereplő $2\tau E_k$ kifejezés nevezetes kapcsolatba jutott a *quantumintegrálokkal* és az egész quantumelmélettel. Ugyanis E_k homogén quadratos függvénye a q mennyiségeknek, tehát általában

$$\Sigma \frac{\partial E_k}{\partial q} q = 2E_k = \Sigma p q = \Sigma p \frac{dq}{dt}.$$

Egy szabadsági fok esetében integrálva egy periodusra

$$\int_0^\tau 2E_k dt = \oint p dq. \quad (5)$$

Tehát adiabaticus reverzibilis változás mellett

$$\Delta \left[\oint p dq \right] = 0,$$

vagyis a *quantumintegrál*:

$$\oint p dq \quad (6)$$

egy szabadsági fok esetében *adiabatikus invariáns*. Az adiabaticus invariánsok kérdésével több szabadsági fok esetében is részletesen foglalkozott BURGERS.²

¹ A. SOMMERFELD: Atombau u. Spektrallinien, IV. Aufl. 824. o., 1924. Fr. VIEWEG & S., Braunschweig. Itt más korlátozások is találhatók.

² J. M. BURGERS: Ann. d. Phys. 52, 1917. 195. o.

A quantumintegrál invariáns természetének felismerése nagy szerepet játszott a quantumelmélet fejlődésében. Ugyanis PLANCK, a quantumelmélet megteremtője a quantumokat először csak a lineáris oszcillátorok részére alkotta meg, még pedig nem is *hatásquantumok*, hanem *energiaquantumok* alakjában. Egészen nyílt kérdés maradt, hogyan kell a quantumgondolatot más, egy vagy több szabadsági fokkal bíró rendszerekre alkalmazni; maga az adagolandó mennyiség is kérdés tárgya volt. Mivel az adagolandó mennyiséget illetőleg fontos volt a koordinátarendszertől való függetlenség, közeleső volt az energiára gondolni, mint azt PLANCK tette, s éppen ezért keletkezett az energiaquantumok gondolata. De már a lineáris oszcillátorok esetében is e quantumok nagysága a rezgésszámtól függött, tehát sejthető volt, hogy az energiaquantumok nem alkalmasak egy nagyobb-szabású elmélet felépítésére. Ezt meglátta maga PLANCK is s már a *brüsszeli* quantumkongresszuson 1911-ben bevezette az energiaquantumok helyett a hatásquantumokat, melyeknek dimenziója: $\text{energia} \times \text{idő}$. Ilyen jellegű mennyiség az előbbi quantumintegrál is.

EHRENFEST mutatott rá először éppen a lineáris oszcillátorok esetében arra a körülményre, hogy a quantumintegrál adiabatikus invariáns mennyiség, ami a BOLZMANN-féle kifejezéssel való egyenlőségből (5) azonnal látható. *Ezt a sajátságot egyúttal az adagolandó mennyiség kiválasztására vonatkozólag mint fontos szükséges feltételt állította oda.*

A quantumintegrál e jellemző tulajdonságának felismerése egyúttal megmutatta az utat mindazoknak a mozgásoknak adagolására vonatkozólag, melyek a szimmetrikus lineáris oszcillátorból adiabatikus tranzformáció útján leszármaztathatók. Tehát ha a quasierasztikus kötőerőt lassú változtatásnak vetjük alá — miközben el is veszhetik a kötőerő quasierasztikus jellege — a megengedett mozgásokat mindig ugyanolyan alakú és értékű quantumintegrál szabja meg. Ha például az eredeti kötőerőt úgy változtatjuk, hogy az erő matematikai kifejezésében az elongatio második, esetleg harmadik stb. hatványai is fellépnek, akkor a kötőerő két szimmetrikus helyzetben nagyságra nézve is különböző lesz s azért az ilyen oszcillátort *aszim-*

metrikus lineáris oszcillátornak nevezzük. Az ilyen oszcillátorokra érvényes quantumfeltételek az invariantia-tételből következnek. Ezt a tényt úgy fejezhetjük ki, hogy *quantumelméletileg megengedett mozgások adiabatikus transzformáció útján ismét quantumelméletileg megengedettekbe mennek át, sőt a quantumszám is változatlan marad.*

2. Periodikusan működő elemekből álló rendszerek adiabatikus invariánsai.

Az előző pontban tárgyalt BOLTZMANN-féle tétel csak *egyetlen* periodikusan működő modellre vonatkozik. Állítsuk elő most az adiabatikus invariáns kifejezését egész általánosságban azonos természetű elemekből álló *rendszerre* vonatkozólag. Amint látni fogjuk, most egy új mennyiség, az abszolút hőmérséklet (T) fog az invariáns kifejezésekben fellépni és fontos szerepet játszani.

Mindenekelőtt világos, hogy

$$\sum \frac{2\bar{E}_k}{\nu} \text{ és } \frac{1}{N} \sum \frac{2E_k}{\nu} = \left(\frac{2\bar{E}_k}{\nu} \right), \quad (7)$$

hol az összegezés kiterjesztendő a rendszer összes (N) elemeire, adiabatikus invariáns. Ha a rezgésszám közös, akkor

$$\frac{\sum 2\bar{E}_k}{\nu} \text{ és } \frac{1}{N} \frac{\sum 2\bar{E}_k}{\nu} = \frac{2\bar{E}_k}{\nu} \quad (7a)$$

adiabatikus invariáns.

Hogy az abszolút hőmérséklet milyen szerepet játszik a fentebbi rendszerre vonatkozó adiabatikus változások közben, arra a statisztikus mechanika ad választ. Válasszuk először az elemi fázisstartományokat véges kicsinyeknek (quantumelmélet), azután infinitezimálisoknak (folytonossági, klasszikus elmélet); az első esetben a szereplő összegeket meghagyjuk «szumma» alakjában, a második esetben «integrálunk».

Az első esetben a (7) alatti középérték a következő lesz:

$$\left(\frac{2\bar{E}_k}{\nu}\right)_n = \frac{\sum \left(\frac{2\bar{E}_k}{\nu}\right)_n e^{-\frac{E_n}{kT}}}{\sum e^{-\frac{E_n}{kT}}}; \quad (8)$$

hol $\left(\frac{2\bar{E}_k}{\nu}\right)_n$ és E_n az n -ik fázisstartományba tartozó középértékeket jelentik. Ennek az egyenlőségnek a baloldala adiabatikus invariáns, a jobboldalán pedig csupa pozitív összeadandók szerepelnek:

$$\frac{\left(\frac{2\bar{E}_k}{\nu}\right)_n e^{-\frac{E_n}{kT}}}{\sum e^{-\frac{E_n}{kT}}},$$

melyek a ν változtatásával azonos módon változnak. Ebből következik, hogy a jobboldal csak akkor lehet invariáns, ha minden egyes addendus tag külön-külön az, vagyis ha

$$\frac{E_n}{T} \quad (9)$$

adiabatikus invariáns. (Gondolhatnánk arra is, hogy a ν változtatásával a közös nevező például l -szeresére változik s viszont a számláló is, tehát (9)-nek nem kell invariánsnak lennie. Ez azonban a különböző számlálókra egyidejűleg nem következhetik be.) Eredményünket a következőképpen fejezhetjük ki: *Periodikus rendszer esetében az egyes elemi fázisstartományokba eső modellek középenergiájának és az abszolút hőmérsékletnek a hányadosa adiabatikus invariáns.*

Ebből egyúttal az is következik, hogy a statisztikus mechanika entropia-kifejezése, mely az utóbbi hányadosnak a függvénye, adiabatikus reverzibilis változások közben állandó marad. Ez egy nevezetes körülmény. Következik továbbá az is, hogy a rendszerre vonatkozó mindazok a thermodynamikai függvények, melyek csak $\frac{E_n}{T}$ -nek a függvényei, invariánsok.

A második esetben a fázisstartományok infinitezimálisak lesznek s ekkor

$$\left(\frac{\overline{2E_k}}{\nu}\right) = \frac{\int \frac{2\overline{E_k}}{\nu} e^{-\frac{E}{kT}} dg}{\int e^{-\frac{E}{kT}} dg}, \quad (8a)$$

hol E az elemi fázistartománynak egy tetszésszerű pontjába eső modell energiája és dg az infinitesimalis fázistartomány nagysága. Az E a g -nek és a modell speciális tulajdonságainak a függvénye. Mivel a baloldal adiabatikus invariáns, kell, hogy a jobboldal is az legyen. Ez pedig az előbbieket alapján akkor következik be, ha

$$\frac{E}{T} \quad (9a)$$

adiabatikus invariáns.

Eddigi fejtegetéseinkben a fázistartományok azonos súllyal bírtak. Külön meg kell vizsgálni azt az esetet, mikor ezek a súlyok egymástól különbözők.

Alkalmazzuk most általános eredményeinket speciális esetekben és vizsgáljuk meg, hogy a lineáris szimmetrikus oszcillátorból a kötőerő adiabatikus változtatása következtében keletkező aszimmetrikus oszcillátorok, továbbá a belőlük alkotható rendszerek esetében milyen mennyiségek és milyen thermodynamikai függvények maradnak invariánsok adiabatikus reverzibilis változások közben.

3. Szimmetrikus lineáris oszcillátorok.

Alkalmazzuk a BOLTZMANN-féle tételt először szimmetrikus oszcillátorra. Itt mindenekelőtt fennáll, hogy

$$\overline{E_k} = \overline{E_p} = \frac{1}{2} E = m\pi^2\nu^2 a^2,$$

hol a felső vízszintes vonal egy periodusra vonatkozó időbeli középértéket jelent, m a rezgő pont tömege, a pedig az amplitudo.

Ez utóbbi egyenlőség felhasználásával

$$\frac{2\overline{E_k}}{\nu} = \frac{E}{\nu}, \quad (10)$$

tehát a jobboldali mennyiség, az energia és a frekvencia hányadosa invariáns marad egy adiabatikus, reverzibilis, tranzformáció közben, mint az jól ismeretes.

Továbbá

$$\frac{E}{\nu} = 2m\pi^2\nu a^2, \quad (11)$$

tehát, mivel $2m\pi^2$ állandó mennyiség,

$$\nu a^2 \quad (11a)$$

szintén adiabatikus invariáns. Ebből egyúttal látszik, hogy a rezgésszám növelésével az amplitudo csökkenése jár együtt.

Ha most a (11) egyenlet mindkét oldalát νa^2 -tel megszorozzuk, fennáll

$$a^2 E = 2m\pi^2 (\nu a^2)^2, \quad (11b)$$

melyből látható, hogy az energiának és az amplitudo négyzetének a szorzata is adiabatikus invariáns.

A lineáris oszcillátor adiabatikus invariánsa grafikusan is nagyon jól előtűntethető. Ha ugyanis egy síkban koordinátatengelyek gyanánt választjuk q -t és p -t, akkor

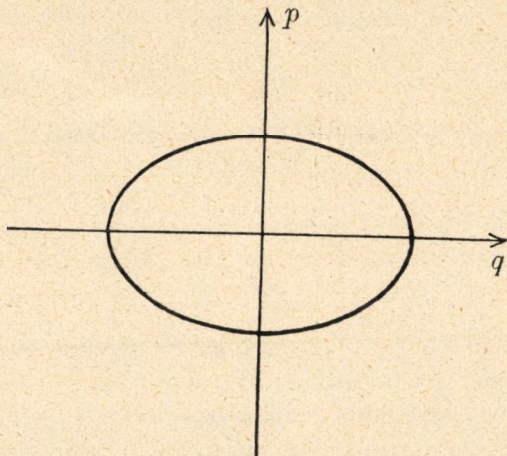
$$\frac{2\bar{E}_k}{\nu} = \oint p dq$$

jelenti a (p, q) síkban annak az ellipszisnek a területét, melynek kerületén az oszcillátort reprezentáló pont egy periodus alatt végighalad (1. rajz). Előbbi eredményünket tehát úgy fejezhetjük ki, hogy ennek az ellipszisnek a területe a rezgésszámnak adiabatikus, reverzibilis változása közben invariáns marad, bár alakja változik. Látható egyúttal az is, hogy ha ennek az ellipszisnek a területét elosztjuk $2m\pi^2$ -tel, az adiabatikus tranzformáció közben invariáns területű téglalapot kapunk, melynek oldalai ν és a^2 .

Térjünk át most ilyen lineáris oszcillátorokból álló *rendszerekre*. Ekkor mindenekelőtt világos, hogy egy oszcillátor középenergiája (\bar{E}) osztva a közös rezgésszámmal adiabatikus invariáns. Ugyanis (7a) szerint

$$\frac{1}{N} \frac{\sum 2\bar{E}_k}{\nu} = \frac{1}{N} \frac{\sum E}{\nu} = \frac{\bar{E}}{\nu}.$$

Vizsgáljuk most az abszolút hőmérséklettel kapcsolatos adiabatikus invariánsokat. Az n -ik fázistartományban szereplő középenergia (E_n) egyenlő az odaeső oszcillátorok energiájának összege osztva N_n -nel. Mivel egy oszcillátor energiája mindig



1. rajz.

kifejezhető mint egy adiabatikus invariáns mennyiség (g) és a ν szorzata, E_n is hasonló szerkezetű. Így (9a) szerint

$$\frac{E_n}{T} = \frac{\frac{1}{n} \sum g \nu}{T} = g_n \cdot \frac{\nu}{T},$$

s így látható, hogy

$$\frac{\nu}{T} \quad (12)$$

adiabatikus invariáns.

Ebből egyúttal következik, hogy mindazok az oszcillátor-rendszerre vonatkozó thermodynamikai függvények, melyek csak $\left(\frac{\nu}{T}\right)$ -nek a függvényei, adiabatikus invariánsok. Ilyenek a következők:

a) A középenergia és az abszolút hőmérséklet hányadosa,

mint az a (12) alapján közvetlenül látható. De következik ez a középenergia statisztikus mechanikai kifejezéséből is. Ugyanis

$$\bar{E} = \frac{\sum E_n e^{-\frac{E_n}{kT}}}{\sum e^{-\frac{E_n}{kT}}}. \quad (13)$$

Egyidejűleg fennállnak:

$$\frac{\bar{E}}{\nu} = F\left(\frac{\nu}{T}\right) \quad \text{és} \quad \frac{[\bar{E}]}{T} = \frac{\nu}{T} F\left(\frac{\nu}{T}\right),$$

mely egyenleteknek a jobb oldala adiabaticus invariáns.

b) Adiabaticus invariáns továbbá az oszcillátorrendszer fajhője állandó térfogat mellett:

$$C_v = N \frac{\partial \bar{E}}{\partial T} = N \frac{\partial}{\partial T} \left[\nu F\left(\frac{\nu}{T}\right) \right] = \frac{\nu^2}{T^2} F_1\left(\frac{\nu}{T}\right). \quad (14)$$

A jobboldal ismételten csak $\frac{\nu}{T}$ -nek a függvénye. Ennek az eredménynek érdekes fizikai jelentése van. Ha az oszcillátorrendszert a rezgésszám lassú változtatásával adiabaticus transzformációnak vetjük alá, minek eredményeképpen a ν és T megváltozik, akkor ez új ν és T értékek mellett az oszcillátorrendszernek egy fokkal való melegítéséhez ugyanakkora hőmennyiség szükséges, mint a kezdeti rendszer esetében.

c) Adiabaticus invariáns az *entropia* is. Ugyanis itt

$$C_p = C_v,$$

mivel az egyes oszcillátoroknak egyensúlyi helyzete nem változik, csak amplitudójuk. Így a térfogatváltozás nem jön tekintetbe. Az entropia

$$S = \int_0^T \frac{C_p}{T} dT = \int_0^T \frac{\nu^2}{T^2} F_1\left(\frac{\nu}{T}\right) dT = \int_0^T \frac{1}{\left(\frac{T}{\nu}\right)^2} F_1\left(\frac{1}{\frac{T}{\nu}}\right) d\left(\frac{T}{\nu}\right). \quad (15)$$

Az integrandus $\frac{T}{\nu}$ függvénye, tehát az entropia is csak $\frac{T}{\nu}$ illetőleg $\frac{\nu}{T}$ függvénye lehet, ami természetes is, hiszen adiabaticus reverzibilis változás közben az entropia nem változhatik,

tehát az oszcillátorrendszerre jellemző mennyiségeket csak olyan kapcsolatban tartalmazhatja, mely az említett követelménynek megfelel.

d) Nemcsak a középenergiának és az abszolút hőmérsékletnek a hányadosa invariáns, hanem a *szabad energia* (F) és a T hányadosa is. Ugyanis

$$F = E - TS,^1$$

tehát

$$\frac{F}{T} = \frac{E}{T} - S. \quad (16)$$

Az előbbieket értelmében a jobboldalnak mindkét tagja invariáns, tehát a baloldal is az.

e) De ekkor egyúttal adiabatikus invariáns a PLANCK-féle *thermodynamikus potenciál* is. Ugyanis oszcillátorrendszer esetében ²

$$\varphi = S - \frac{E}{T} = -\frac{F}{T}, \quad (17)$$

mely függvény meg éppen d) szerint adiabatikus invariáns.

Vezessünk be most speciális feltevéseket a g_n -re nézve. A PLANCK-féle quantumfeltevések szerint $g_n = nh$, illetőleg $(n + \frac{1}{2})h$ és

$$\bar{E} = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1},$$

melyhez a második esetben még a $\frac{h\nu}{2}$ addendus tag járul. A jobboldali kifejezés szerkezetéből azonnal következik az említett összes mennyiségek invariantiája.

Ha az oszcillátorok működésére nézve bevezetjük a *kritikus energiahatárt*, mely alatt azok diszkontinuusan, fölötté pedig folytonosan működnek, akkor is olyan formulákat kapunk, melyek az adiabatikus invariánsok követelményének eleget tesznek. Ugyanis ez esetben

¹ Itt és a (17) egyenletben E az egész oszcillátor-rendszer energiáját jelenti.

² M. PLANCK: Wärmestrahlung, 5. kiad. 127. oldal. J. A. BARTH, Leipzig, 1923.

$$\bar{E} = \frac{h\nu(1 - e^{-\frac{n h \nu}{kT}})}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} + \frac{\frac{h\nu}{2} + kT}{e^{\frac{(n+1)h\nu}{kT}}} + \frac{h\nu}{2}.$$

Folytonosan működő oszcillátorok esetében (11) szerint

$$\frac{E}{T} = (2\pi^2 m \nu a^2) \frac{\nu}{T} = g \frac{\nu}{T},$$

tehát a $\frac{\nu}{T}$ ebben az esetben is adiabatikus invariáns. Ekkor egyúttal

$$\bar{E} = kT,$$

s így

$$\frac{\bar{E}}{\nu} \quad \text{és} \quad \frac{\bar{E}}{T}$$

adiabatikus invariánsok.

$$S = kN \int \frac{dT}{T} = kN \log T + \text{konst.}$$

Azonban az entropia már *nem* adiabatikus invariáns, mert a ν elő sem fordul benne. Ez a tény a klasszikus statisztikus mechanika «Achilles-sarká»-nak nevezhető, mivel ez éles ellentétben áll az entropia egyik legjellemzőbb tulajdonságával.

4. Aszimmetrikus lineáris oszcillátorok.

Az előbbi fejezetben tárgyalt szimmetrikus oszcillátor energia-kifejezése páros függvénye az elongationnak, ugyanis

$$E = \frac{m}{2} \dot{q}^2 + a q^2, \quad (18)$$

hol a állandót jelent.

A kötőerő

$$-\frac{\partial E}{\partial q} = -2aq. \quad (19)$$

¹ CSÁSZÁR E.: Math. és Természettud. Értesítő, XXXIV, 143. old. 1922. A kritikus energiahatár alatt az emisszió ϵ quantumokban történik.

Lépjen be most a potenciális energiába egy harmadrendű tag is, ekkor

$$K = \frac{m}{2} \dot{q}^2 + \alpha q^2 + \beta q^3, \quad (20)$$

hol β állandó legyen kicsiny α -hoz képest. A kötőerő most

$$-\frac{\partial K}{\partial q} = -(2\alpha q + 3\beta q^2). \quad (21)$$

Látható, hogy sem a potenciális energia, sem az erő nem egyenlő az egyensúlyi helyzethez képest szimmetrikus két helyzetben. Ezért az utóbbi (20) és (21) egyenleteknek engedelmeskedő oszcillátor *aszimmetrikus oszcillátor*.

Ha az energia állandó, az oszcillátort a fázissíkban ábrázoló pont most egy görbét fog leírni, melynek egyenlete

$$\frac{p^2}{2m} + \alpha q^2 + \beta q^3 = K = \text{konst.}$$

Ebből

$$p = \sqrt{2m} \sqrt{K - \alpha q^2 - \beta q^3}.$$

Vizsgáljuk meg, milyen lesz a fázisgörbe. Mivel β kicsiny mennyiség α -hoz képest, p zérus lesz ama q értékek közelében, melyek a $\beta = 0$ esetében fennálló

$$K - \alpha q^2 = 0$$

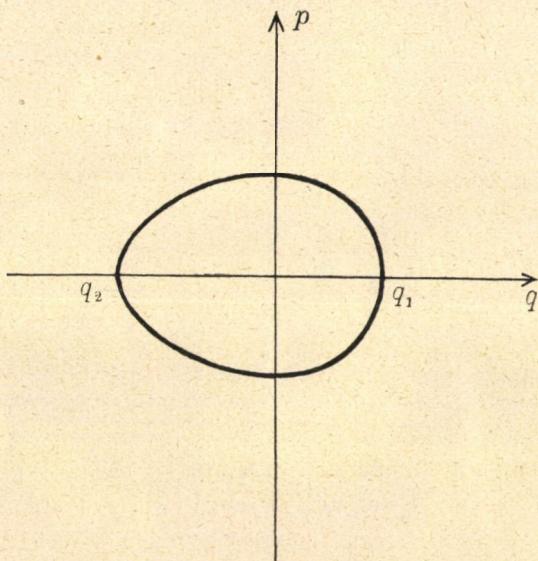
egyenletnek a gyökei. Ezek a szimmetrikus oszcillátornak megfelelő ellipszis nagytengeleyének a végpontjai. Ezeknek a közelében levő q_1 és q_2 gyökök között a gyökjel alatt lévő mennyiség (mozgási energia) mindig pozitív s így a négyzetgyök valós. A fázispont a két gyök között egy a nagy tengelye mentén a pozitív q oldalon benyomott ellipszisszerű görbét fog leírni (2. rajz). E $q_1 \dots q_2$ tartományon kívül a *pozitív oldalon* a négyzetgyök mindig *imaginarius*, a *negatív oldalon* egyelőre szintén, de később lesz még egy q_3 gyök, mikor is $p = 0$, s ezentúl a négyzetgyök mindig valós. Ugyanis a gyökjel alatt álló mennyiség, $f(q)$ differenciáhányadosa

$$\frac{df(q)}{dq} = -3\beta q^2 - 2\alpha q$$

akkor egyenlő zérussal, ha

$$q = 0, \text{ és ha } q = -\frac{2\alpha}{3\beta}.$$

A gyökjel alatt álló mennyiségnek tehát két szélső értéke van s így a q_3 gyök biztosan a $q = -\frac{2\alpha}{3\beta}$ értéktől balra van a negatív oldalon. Ez azonban abszolút értékben nagy szám, mert



2. rajz.

$\beta \ll \alpha$, tehát a q_3 gyök is egy abszolút értékben nagy *negatív* szám lesz. E gyökön túl a fázisgörbe ismét egy valós nyitott görbe lesz. A mozgásnak ez a szakasza azonban az adott E érték mellett nem valósítható meg már csak azért sem, mert ide imaginárius p értékeken keresztül lehetne eljutni.

Nézzük, milyen mennyiség lesz invariáns *egyetlen* aszimmetrikus oszcillátor esetében. A BOLTZMANN-féle tétel értelmében itt fennáll, hogy

$$\int_0^{\tau} 2E_k dt = \sqrt{2m} \oint \sqrt{E - \alpha q^2 - \beta q^3} dq$$

adiabatikus invariáns a kötőerő adiabatikus reverzibilis változtatása közben. A számítások BOGUSLAWSKI¹ vagy BORN² eljárása szerint elvégezhető. Ha a β annyira kicsiny az α -hoz képest, hogy a szereplő végtelen sorokban elegendő az első e mennyiséget tartalmazó tagot figyelembe venni, akkor

$$\int_0^{\tau} 2E_k dt = \frac{E}{\nu_0} \left(1 + \frac{15}{32} \frac{E\beta^2}{\alpha^3} + \dots \right), \quad (22)$$

hol ν_0 a $\beta=0$ értéknek megfelelő szimmetrikus oszcillátor rezgésszáma.

Ezt az eredményt a következőleg használjuk fel. A (22) jobb oldalát csekély elhanyagolással átalakítjuk és bevezetjük az aszimmetrikus oszcillátor rezgésszámát (ν)-t; ekkor az előbbi integrál értéke a következő lesz:

$$E \frac{1}{\frac{1}{2} \left[\nu_0 \left(1 - \frac{15}{16} \frac{E\beta^2}{\alpha^3} + \dots \right) + \nu_0 \right]} = \frac{E}{\frac{1}{2} (\nu + \nu_0)} = \frac{2E}{\nu + \nu_0}. \quad (22a)$$

Amint látható, az aszimmetrikus oszcillátor frekvenciája állandó α és β értékek mellett is az *energiától függ*, míg a szimmetrikus oszcillátornál attól független állandó. Ennek a körülménynek egyúttal az a következménye, hogy itt az adiabatikus invariáns

$$\text{nem } \frac{E}{\nu}, \text{ hanem } \frac{2E}{\nu + \nu_0}.$$

Ha a β zérus felé tart, ez az utóbbi invariáns átmegy az előbbibe.

Térjünk át most aszimmetrikus oszcillátorokból álló *rendszerre* s vizsgáljuk a T -vel kapcsolatos invariánsokat. A (22a)

¹ S. BOGUSLAWSKI: Phys. Zsch. 15, 1914. 569. o.

² M. BORN: Vorlesungen über Atommechanik, 76. o. J. SPRINGER, Berlin, 1925.

alapján egy oszcillátor energiája most is kifejezhető mint egy adiabatikus invariáns mennyiség (g) és az $\frac{1}{2}(\nu + \nu_0)$ szorzata, tehát

$$\frac{E_n}{T} = \frac{\frac{1}{n} \Sigma_{\pm}^1 g(\nu + \nu_0)}{T} = \frac{\frac{1}{2} g_n(\nu + \nu_0)_n}{T}.$$

Ez csak úgy lehet invariáns, ha

$$\frac{\nu + \nu_0}{T} \quad (23)$$

adiabatikus invariáns.

Belátható, hogy $\frac{\bar{E}}{T}$ is adiabatikus invariáns, ugyanis

$$\frac{\bar{E}}{T} = \frac{1}{N} \frac{\Sigma_{\pm}^1 g(\nu + \nu_0)}{T}, \quad (24)$$

hol az összegezés az összes oszcillátorokra kiterjesztendő. $\frac{\bar{E}}{\nu}$ azonban nem képezhető, mert a ν nem közös.

A korábbiakban szereplő thermodynamikai függvények invariantiáját illetően itt azzal a nehézséggel találkozunk, hogy a ν egy-egy oszcillátor energiájától s így végeredményben a hőmérséklettől függ, mely körülmény a T szerint való differenciálásnál figyelembe veendő.

Ezért most egyszerűen felírjuk a statisztikus mechanika tételei szerint a fontosabb thermodynamikai függvényeket és vizsgáljuk ezeknek az invariantiáját.

Egy oszcillátor középenergiája

$$\bar{E} = \frac{\Sigma_{\pm}^1 g_n(\nu + \nu_0)_n e^{-\frac{g_n(\nu + \nu_0)_n}{2kT}}}{\Sigma e^{-\frac{g_n(\nu + \nu_0)_n}{2kT}}}. \quad (25)$$

Látható ebből, hogy $\frac{\bar{E}}{T}$ valóban adiabatikus invariáns.

A fajhő előállításánál a fentebb említett nehézség lép fel, hogy tudniillik a ν a T -nek a függvénye.

Adiabatikus invariáns az *entropia* is. Ugyanis

$$S = -kN \Sigma \frac{e^{-\frac{g_n (\nu + \nu_0)n}{2kT}}}{\Sigma e^{-\frac{g_n (\nu + \nu_0)n}{2kT}}} \log \frac{e^{-\frac{g_n (\nu + \nu_0)n}{2kT}}}{\Sigma e^{-\frac{g_n (\nu + \nu_0)n}{2kT}}} . \quad (26)$$

Ezekből már most következik a *szabad energiára* nézve egy adiabatikus invariáns. Ugyanis

$$\frac{F}{T} = \frac{E}{T} - S = -kN \log \Sigma e^{-\frac{g_n (\nu + \nu_0)n}{2kT}} . \quad (27)$$

Ez pedig adiabatikus invariáns. Ugyanígy viselkedik a thermodynamikus potenciál is.

Ezek az általános eredmények specializálódnak, ha g_n részére PLANCK szellemében például nh -t választunk s feltesszük, hogy az egyes tartományokba eső oszcillátorok mind ugyanakkora energiával bírnak. Sajnos, az összegezés éppen a ν -nek az energiával, tehát n -nel való változása miatt nem végezhető el. Legyen a (22a) alatti kifejezés nevezőjében közelítésben $E = nh\nu_0$, ekkor

$$E = nh\nu_0 + \frac{A}{2} n^2 (h\nu_0)^2, \quad (28)$$

hol

$$A = -\frac{15}{16} \frac{\beta^2}{\alpha^3} \quad \text{és} \quad \beta \ll \alpha.$$

A (28) egyenlet felhasználása mellett az előbbi összegezések is elvégezhetők, mivel azonban a formulák csak közelítők lehetnek, nem várhatjuk az előbbi adiabatikus invariánsok jelentkezését. Ellenben más invariáns mennyiségek nyerhetők. Így például

$$\begin{aligned} \frac{2E}{\nu + \nu_0} \quad \text{helyett} \quad \frac{E - E_0}{A\nu_0^2} \\ \text{és} \\ \frac{F}{T} \quad \text{helyett} \quad \frac{F - F_0}{AT^2}, \end{aligned}$$

hol E_0 és F_0 a szimmetrikus oszcillátorrendszerre vonatkoznak ugyanazon hőmérséklet mellett, mint E és F .

A következő lépés lenne az olyan aszimmetrikus oszcillátor-

rendszerek vizsgálata, melyekben az erőtvény az elongationnak még 2-nél magasabb hatványait is tartalmazza. Továbbá más természetű, nem lineáris oszcillátorrendszerek esetében is lehetne adiabatikus invariánsokat felkeresni. E kérdésekre azonban jelen dolgozat keretében nem térünk ki.

Összefoglalás.

Ismertettük az *egyetlen* poriodikusan működő modellre vonatkozó adiabatikus invariánsokat, melyeket először BOLTZMANN állapított meg.

Ezután tetszésszerűen, de azonos alkatú periodikus modellekből álló *rendszerekre* tértünk át. Egész általánosságban kimutattuk, hogy itt a quantumelméleti statisztikus mechanikából és BOLTZMANN tételéből következik, hogy az

$$\frac{E_n}{T}$$

hányados adiabatikus invariáns, hol E_n egy elemi fázistartományban a középenergiát jelenti. Ebből egyúttal következik, hogy az említett rendszerekre vonatkozó quantumelméleti entropiakifejezés adiabatikus invariáns. A klasszikus statisztikus mechanikában azt találtuk, hogy

$$\frac{E}{T}$$

adiabatikus invariáns, hol E az infinitesimális fázistartomány egy pontjához tartozó energiaértéket jelenti.

Majd egy szabadsági fokkal bíró lineáris szimmetrikus és aszimmetrikus oszcillátorok esetére alkalmaztuk eredményeinket s egész sorozatát nyertük az adiabatikus invariáns mennyiségeknek. Végül általános eredményeinket specializáltuk mindkét esetben a PLANCK-féle kvantumfeltételek bevezetése mellett.

ADIABATISCHE INVARIANTEN PERIODISCHER SYSTEME.

Von ELEMÉR CSÁSZÁR.

Zusammenfassung.

Der Satz von BOLTZMANN über die adiabatische Invarianz des Wirkungsintegrals für ein periodisch wirkendes Modell wird kurz besprochen. Dann wird ein ganzes System, bestehend aus gleichartigen periodisch wirkenden Elementen behandelt. Für ein solches System haben wir quantentheoretisch gefunden, daß das Verhältnis

$$\frac{E_n}{T},$$

wo E_n die mittlere Energie in einem quantentheoretischen elementaren Zustandsgebiet bedeutet, bei adiabatischer und reversibler Beeinflussung des Systems invariant bleibt. Gleichzeitig ergibt sich, daß der quantentheoretische Entropieausdruck für dieses System auch adiabatisch invariant ist. In der klassischen statistischen Mechanik ist

$$\frac{E}{T}$$

adiabatisch invariant, wobei E die Energie in einem Punkt des infinitesimalen Zustandsgebietes des Phasenraumes bedeutet.

Dann wird eine ganze Reihe der verschiedenen thermodynamischen Funktionen für Oscillatorensysteme abgeleitet, welche sich alle adiabatisch invariant verhalten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 4. Oktober 1926.)

ADATOK A SEJT BIOLÓGIÁJÁHOZ.

Biológiai tanulmány a Hydra és a Microstomumok csalánsejtjein.¹

GELEI JÓZSEF levelező tag székfoglalója.

(Nyolc szövegbéli rajzzal.)

A sejtbiológiának régóta törekvése, hogy az élőlény egészén nyilvánuló életjelenségeket átvigye a sejtekre. E törekvése közben élettudományi gondolkodásunknak saroktételévé vált az az állítás, hogy a Metazoon testében az élet szempontjából a legalsóbbrendű egység a sejt, mert a sejt az az utolsó elem, mely még maga is képes mindazokra az általános jellegű cselekedetekre, végzeményekre, melyek különben az élőlény egészét jellemzik. Nyilvánvaló, hogy ebben a beállításban az élőszervezet egészével az ugyanolyan munkára képes élő sejt bizonyos tekintetben szembe kerül. Ezt az ellenzéki állapotot annak hangoztatásával simítja el a tudomány, hogy az önrendelkező egészegyenl szemben a sejtnak, mint résznek, csak önkormányzatot tulajdonít. Az önkormányzat pedig nem teljes önállóság, hanem az a függelemnek kisebb-nagyobb foka. Ugyanis a sejti önkormányzattal szemben a Metazoon külső és belső egységét azzal őrzi meg, hogy sejtjei között egyrészt szervi (morphológiai) kapcsolatokkal, másrészt vegyi hatásokkal és e mellett a munkamegosztás útján is olyan egymásrautalást, olyan összhangot teremtet, melynek folytán a sejtek önkormányzatukkal elkerülhetetlenül beleilleszkednek az egész egységébe. — Először is ez a beilleszkedés, másodszor az általa lehetővé váló differenciálódás és har-

¹ Készült az Országos Természettudományi Alap támogatása (1926) segítségével.

madsorban ennek a differenciálódásnak kauzális magyarázata az a hármas problémakör, melyen a sejtbiológia eddig fölépült, mely a sejtbiológiának eddig tartalmát adott.

E gondolkörből nincs a biológiában kellő részletességgel kifejtve az, hogy a részeknek az egész egységében való összekapcsolódása a sejtek önkormányzatának milyen relatív megszorítását okozza, vagyis, hogy a sejtek önkormányzatuk kialakulásakor vajjon egyenlő mértékben veszítenek-e önállóságukból és vele egyben a petesejttől származó hozományukból, vagy sejt-fajtáról-sejtfajtára változó mértékben. És igen ritkán érintik azt a kérdést is, hogy az élőlényeknek egyik, a biológia történelmében oly híres szerepet betöltő jellemzője, DARWIN nagy alkotásának egyik sarokpillére, a változékonyság, a variabilitás — mint negyedik biológiai probléma — mennyiben vonatkozik a sejtekre is és milyen viszonyban van ez egyrészt éppen az előbbi kérdéssel, a sejtek önkormányzatának esetleg változó fokával, másrészt pedig a differenciálódással.

Ebből a ket, fogyatékosan kezelt kérdésből az elsővel *Potentia prospectiva* címen megjelent dolgozatomban terjedelmesen foglalkoztam (1926/b, 24—44 old.) és részben jelen értekezésem tárgya is ez lesz. A második kérdésnek, nevezetesen a sejtek variabilitásának már van történelme a sejtbiológiában. Ez a kérdés egészen Roux fiatal korára nyúlik vissza. Roux-tól a darwinizmus hatása alatt 1881-ben jelenik meg *Der Kampf der Teile im Organismus* címen egy híres dolgozat. E munkában Roux a részek különbözősége, variabilitása alapján a kiválogatódás DARWIN-féle elvét beviszi az élőszervezet részei közé és pedig avégett, hogy a szervezet tökéletesbülését az alkalmatlan vagy gyöngébb részek elhalásával, illetőleg a tökéletesebbek győzelmes fennmaradásával magyarázza. Hogy ennek a Roux-féle gondolatnak sorsa hasonló lett a biblia kavicsok közé hullott magvainak sorsához, annak az a magyarázata, hogy Roux itt tévedett abban, hogy valamely szervezet részei között a jobbik győzelmével végződő életre-halálra menő harc fejlődnek ki. A szervezetben sejtek csakugyan millió és millió számra pusztulnak, de minden válogatás nélkül, jók és jobbak egyaránt, ha életciklusuk letelt. Baj volt az is, hogy Roux-nál a *sejteknek külön-*

ben valóban fennálló különbözősége ugyanazon szöveten belül is csak alapelv, az előre vonatkozó egyetemleges variabilitásnak következménye, egyik résznyilvánulata és nem egy bizonyított valóság volt. Pedig hát ezt is bizonyítanunk kell, mint ahogy a DARWIN-féle koncepcióban is minden magátólvalósága mellett is bizonyítandó s nemcsak állítandó a legalkalmasabbaknak csakugyan fennmaradása, illetőleg az alkalmatlanoknak csakugyan elpusztulása. És így, mikor a tudományos tapasztalás rájött arra, hogy Roux föltevése *a részek harcára nézve téves* és elejtette ezt a gondolatot, vele esett a föltevés helyes alapja, a sejt variabilitása is. — E dolgozatomnak fő célja éppen az, hogy ezt a kérdést haló poraiból föltámasszam.

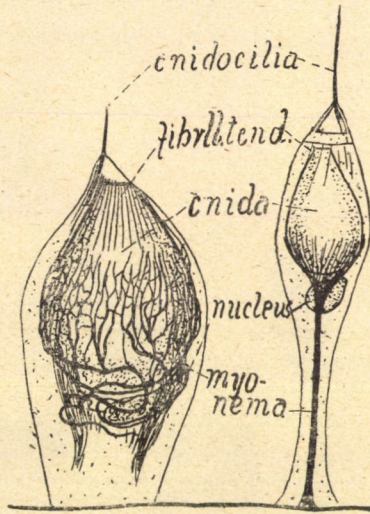
Ennek a célnak szolgálatára hamarosan nem tudnék az *édesvízi Hydránál* és annak csalánsejtjeinél jobb vizsgálati anyagot találni. Már a *Potentia prospectiva* című dolgozatomban rámutattam a csalánsejteknek nagyfokú önállóságára és bonyolult organizációjuknak a jelentőségére. Azóta ez a kérdés is sokat fejlődött újabb vizsgálataim nyomán, mert a csalánsejtekre vonatkozólag a szervezet kapcsolatába való beleilleszkedésnek, az integrációnak is egy módfelett érdekes és általános biológiai szempontból is jelentős folyamatára jöttem rá, melyet *Das Rätsel der Nesselzellen* címen a *Biologisches Zentralblatt* 1927. 47. évfolyamában tárgyalok meg. — Ezek szerint jelen dolgozatomnak, tárgya természetéből kifolyólag hármas célja, feladata van. Egyik az, hogy újabb vizsgálataim alapján ismertessem a csalánsejtek sorsát a termelő *Hydra* szervezetén belül és egy idegen szervezetben, a *Microstomumban*. A másik az, hogy a csalánsejtek magasfokú önállóságára és e sejteknek az ezzel kapcsolatos belső organizátori bonyolultságára ismételten rámutassak. Harmad-sorban pedig azt fogjuk tanulmányozni, hogy, mintegy ennek a nagyfokú önállóságnak és bonyolult organizációnak a következményeként, a variabilitásnak minő különleges foka és állapota jelentkezik ezen a sejtfeleségen és mennyiben lehet a sejtvariabilitás a sejt-differenciálódásnak, majd pedig annak folyamán a fajfejlődésnek forrása.

★

A *Hydra* csalánsejtjeit kétféle sors tette nevezetessé: egyrészt irányított vándorlásuk az anyaállat testében, másrészt rah-sorsuk, melynek a *Hydrákkal* táplálkozó *Örvényférgesek*, így nevezetesen a *Microstomumok* szervezetében vagy a *tengeri Virágullatokat (Actiniákat)* lenyelő *Csigák (Aeolidák)* testében áldozatai lesznek.

Itt rövidesen rátérek arra a HADŽI vizsgálatai óta immár közismertté vált és közelebbi vizsgálataimmal is megerősített jelenségre, hogy a csalánsejtek (knidocyták) nem ott születnek, ahol azok a *Hydra* bőrében és főként a karokon szolgálatot teljesítenek, hanem attól messze a törzsön, a törzsnek főként középgyomor tájékán. (Lásd: az Irodalom felsorolásában: GELEI, 1924.) Itt a bőrhámizomsejtek alaprésze között gazdag mesenchyma-telep van. Ebben a telepben hozzák létre a csalánsejtek a csalántokot, amiért is e sejteket fejlődésüknek ezen a fokán *knidoblasták*-nak nevezzük. Négyféle knidoblastát illetőleg azokban négyféle csalántokot különböztetünk meg. Ezek: a faltörők (penetrantes), a fogók (volventes) és a két tapadóféleség (glutinantes), nevezetesen: a csavarostömlőjűek (streptolinei) és az egyenestömlősek (stereolinei). A csalántokoknak ezt a négy féleségét együtt a kész csalánsejt kötelékén belül a 2. ábránk mutatja be. Viszont 1. ábránk két olyan csalánsejtet jelképez, ahol a bal sejtben egy faltörőtök, a jobb-felülben pedig egy fogócsalántok fejlődött. A képzőtelepen a különféle csalánsejtekben, a sejtek mirigyműködése következtében csakis a csalántok (knida) és a tok belsejében a tömlős fonál fejlődik ki. A csalántokkal, mint az életben csak egyszer elsülő fegyverrel felszerelt csalánsejt ezután vándorútra kél. Ezalatt a vándorlása alatt a csalánsejt igazi amœbocytaként viselkedik (lásd a 2. ábra 5-ös jelzésű sejtjét). Rövid karajszerű amœboid nyújtványaival átrágja magát a *Hydra* két szövetrétege között levő rugalmas, kocsonyás hártján, a mesogloán és behatol a bélbe. Megfigyeléseim szerint itt a csalánsejt a bélsejtek között és a sejteken át nyomul ki a karokba, mások azonban a bélhám belső felületén is látták a vándor knidoblastákat. Akár a sejtek között, akár pedig a bélfelületen hatolnak tovább a sejtek, a bél emésztő nedveivel nyilván harcha kell szállaniok és így természetes, hogy védelmül anti fermentumokat termelnek (SCHULZE, GELEI). — Ha

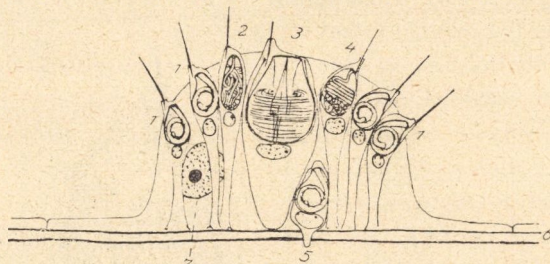
megérkeztek a karokba és eljutottak az alá a külbőri hámizom-sejt alá, mely, mint gazdasejt vagy üteganya a csalántelegeket, illetőleg csalánütegeket formálja, akkor áttörnek a bélhámsejtek testen, megint átmarják a mesogloeát és szolgálati helyükre nyomulnak elő. Szolgálati helyük pedig sejtenként egy-egy lörés a teleppanyasejt felületén: egy-egy intracelluláris ablak (HADŽI, SCHULZE, GELET), melybe külső testrészükkel előre nyomulnak, sőt ahonnan szabad végükkel kissé a szabad felület fölé ki is emelkednek, míg alapi részükkel a mesogloeára telepednek rá. — A csalánsejtekre itt kettős előkészületi munka vár: az egyik a fegyvernek, a csalántoknak a lörésbe való beirányozása, a másik pedig az a jelentős belső és külső organizálódás, mely a szolgálatteljesítő képességüket tökéletessé teszi. Ez utóbbi célra — amint azt a kutatás már régen kiderítette — úgynevezett erőforgalmi, «stabilmechanikai» eszközöket termelnek és pedig kívül a szabad felületükön érzőnyujtványt, a knidociliumot, mely némelyek szerint a csalántok kirobanásához a pecek (Entladungsstift) szerepét tölti be, belül pedig összehúzóköny száalakként myonemákat, melyek a tok kisülését segítik elő, illetőleg a kisülés mechanikai hatását fokozzák. A tok külső része, valamint a knidocilium töve körül a szabad felület felé szálak merednek, melyek mint támasztó rostok, egyfelől a peceknek, másfelől pedig a tokra ráboruló izomzatnak szolgálnak támasztékkul és egyben a toknak csóirányzóí is (lásd az 1. ábrát.)



1. ábra. Két csalánsejt organizációja, miután a csalánsejtek a *Hydra* bőrében a hámába elhelyezkedtek. Vázlatos kép.

Néhány szóban meg kell itt emlékeznem a mellékelt 2. ábra segítségével egy-egy üteg vagy csalántelep szervezetéről. (Részletek végett utalok a *Das Rätsel der Nesselzellen* című dolgozatomra.) Az üteg össze van állítva egy-egy gazdasejtből, amit

üteganyának vagy telepanyasejtnak nevezhetnénk és ebbe a gazdasejtbe intracellulárisan elhelyezkedő — mintegy 30—40-re rugó — csalánsejtből. Az ütegya nem más, mint a *Hydra* törzséről már régen ismert bőrízomsejt, mely itt is, az állat fogókarjában is hosszában futó izomszalakat, myonemákat termel. A telepanya közepe szemölcs módjára kidomborodik, széle pedig lapos és vékony. A karok nyujtózódásában csak ez a lapos szegély vesz részt, mert itt nincsenek csalánsejtek. A telepanyasejt magva a dombban van és ugyanitt vannak a csalánsejtek is. — Az ütegekben, mint a szervezet védő, támadó egységeiben csodálatos rend ural-



2. ábra. A csalántelep szerkezete. 7 jelzi az ütegya magvát és 6 a mesogloeát, melyen egyik vándor csalánsejt (5) éppen átbúvóban van. 1—4 a négyféle csalánsejt a csalántokok nyugvó, ki nem pattant állapotával; 1. csavarótokos (volvens), 2. egyenestömlőjű fogótokos (glutinans stereolineus), 3. faltörőtokos (penetrans) és 4. csavarostömlőjű fogótokos (glutinans streptolineus) csalánsejt.

kodik. Rendet tart minden egyes csalánsejt annyiban, hogy érzőtapogató szála: a knidocilium az ütegben mindig a telep széle felől fekszik, tehát ezek a magukban bilaterális elemek fősíkjukat az üteg sugárrendszerébe radiálisan állítják be. Rend uralodik a négyféle csalánsejt elhelyezkedésében a tekintetben, hogy az üteg élén, a domb tetején, a faltörők vannak elhelyezve, ezt a tapadószáluak (glutinantes) állják körül és viszont a domb lejtőjét a fogók (volventes) népesítik be.

A megfigyelések arra vallanak, hogy a csalánsejteknek nemcsak a vándorlásban, hanem a szolgálatteljesítésben is nagyfokú öncselekvő képességük van. Így az érzékelt ingerhatásokat közvetlenül dolgozzák fel ingerületté és impulzussá, hogy a tokot

automatikusan kipattantsák: tehát teljesen *autoreflex* elemek. — A csalántok, mint valami kis bomba, csak egyszer robbanhat és így a csalánsejt csak egyszeri munkára való. Az arra alkalmas, főként mechanikai, de néha kémiai hatásra a tok kisül s az ilyen-kép fegyverét vesztett katona elhagyja posztját, hogy új fegyveres erőnek adjon helyet. A kiszolgált csalánsejt előbb katalasison meggy keresztül: elveszti knidociliumát, kipattant tokját, eltűnnek belőle a támasztó és összehúzódoó elemek, a sejt megint amœboid alakot ölt és visszahúzódik a bélbe, meghalni. A védő anyagaival egykor a bélben sértetlenül továkúszó sejt ugyanis most már nem képes többé antifermentumokat előállítani s így a karbél emésztő nedveinek áldozatul esik. (Ez az eset egyuttal igen szép példája a bélsejtek alapi oldaláról gyakorolt phagocytosissnak.)

A *Hydra* szervezetében is kétségtelenül fennálló összhangzatos sejti együttlétbe az igen nagyfokú önállósággal megáldott csalánsejtek, mai tudásunk szerint, szervi kapcsolattal nincsenek beiktatva; ellenben bekapcsolódnak hormonális (GELEI 1924.) és munkaegyütthatási (GELEI) alapon. Ezeknek az állításoknak támogatására a következők kell megjegyeznünk: 1. A hormonális kapcsolatot a következő tapasztalatok támogatják: Az ismert négyféle csalánsejt a törzs mesenchymájában határozott százalékos viszonyban termelődik. Azt pedig, hogy melyik knidoblastaféleség milyen arányszámban jöjjön létre, semmi más, mint vegyi hatás el nem döntheti. 2. A különféle csalánsejtek a *Hydra* különböző testtájain mégis nem termelési arányszámuk szerint oszlanak el. Így csakis a karokban találjuk együtt mind a négyféle csalánsejtet, de a törzsfelületen rendszerint csak kétféle sejt áll szolgálatba, nevezetesen a faltörők (penetrantes) és a tapadók (glutinantes); ezek közül is az előbbieknak csak a kisebb félesége, az utóbbiaknak pedig a nagyobb fajtája, a csavaros tömlőjű féleség (glutinantes streptolinei). Mindezekre ráadásul ennek a két fajtának eloszlása se egyenletes a törzsön; nevezetesen a szájnylás körül, amely testtájékával az állat mind a ragadozáskor, mind pedig az araszoláskor tapadni szokott, csakis a csavarostömlőjű tapadótokos csalánsejtek állnak szolgálatba, egyebütt pedig a törzsfelületen, ahol az állat csakis védekezésre használhatja fel a csalánsejtjeit, a hosszú tömlőszálaik alapján

távolbaható fegyverekként működő és így távolból védekező faltörők állanak szolgálatba és csak ritkán látjuk egy-egy állatban azt, hogy tapadótokok a törzsfalon is vannak. — Helytelen volna azt állítani, hogy a csalánsejttermelésnek az a része, amely a törzsön elhelyezkedettek levonásával a fogókarok szükségletére fennmarad, ott a karokban a véletlen, vagy ami egyre megy, a valószínűség szerint egyenletesen úgy oszlik el, hogy adott területeken, nevezetesen egy-egy csalántelepben, ugyanolyan viszonylatban találjuk a különféle csalánsejteket, amely viszony egyúttal a karokra jutott csalánsejtek összességének az arányszámát is kifejezi. Nevezetesen, a karokban sem a véletlen szórja szét a csalánsejteket, hanem ott is azt tapasztaljuk, hogy a törészen aránytalanul nagyobb a csavarttömlőjük száma, kevés a penetráns és szintén kevés a volvens cnida.

Mindezek a jelenségek pedig szükségessé teszik olyan vegyi erők feltételezését, melyek a csalánsejtek lokálisan szabályozott eloszlását igazgatják és visszamenőleg szükségessé teszik annak feltételezését, hogy a szervezetben különben mindenütt elterjedő vegyi erőkkel szemben az egyes csalánsejtféleségek vagy az egyes féleség variánsai specifikus fogékonysággal vannak megáldva! (GELEI 1924.)

2. A munkaegyütthatás vagyis a szervezet egészébe való összhangzatos beleilleszkedés és vele a munkamegoszlás a következőkép van megoldva. A szervezet egészébe szervi kapcsolatokkal az üteganyasejt van beleillesztve, hisz az a kar hosszában lefutó talpi izomnyújtványa és az izomszálat beidegző idegrost útján kétszeresen is be van kapcsolva a *Hydra* testébe. A csalánsejtek viszont az ütegegyenese közvetlen fennhatósága alá vannak rendelve; a telepnek ez valószínűs szervezője, organizátora. Irányítja először is a csalánsejtek vándorlását, megszabja a hozzátartozó csalánsejtek százalékos viszonyát s egyben gondoskodik állandóan a veszteség pótlásáról, továbbá az amœboid állapotban beérkezett csalánsejteket saját organumaik (izom-, támasztó- és tapadószálak) kifejlesztésére készíti, mindenekfölött pedig állandóan fenntartja a mintegy 40 csalánsejt között azt a szép rendet, mely azoknak övenként való elhelyezkedésében nyilatkozik meg. Az üteg csalánsejtjei között pedig a zsákmány elejtésének bonyolult munkája

a következőkép oszlik meg: ha egy szőrös, chitintüskés állat a *Hydra* átlátszó karját érinti, akkor az áldozat teste — mivel a faltörők knidociliuma rövid — először a legközelebbi üteg ragadósszálú (glutinans) tokjait rejtő csalánsejtek érző szálát nyomja meg. A tokok erre, mint valami pányvafonalakat, kipattantják ragadós tömlőiket és ezek rátapadván az állat testére, meggátolják azt egyenes haladásában és így az áldozatot, mint valami ingafelfüggesztő zsinór az ingatestet, körpályára készítetik. Az áldozat erre belerohan a szomszédos ütegek valamelyikének fogótokjaihoz tartozó ciliumerdőbe és ott a volvenseket kirobbanásra készíti. A volvensek csavaros fogói erre mintegy a *Hydra* karjának felületéhez bilincselik az áldozatot, mely aztán rugdalózása közben megérinti a faltörők rövid érzőszálát, amire a megnyomott faltörő tokok felrobbannak. A faltörők tehát a volvensek által közelbe hozott falra erős, hatékony közellövéseket adnak le s így az áldozat chitinpáncélán ejtett sebbe bőven fecskendik be a bénító, mérgező csalánnedvet (valószínűleg egyebek között hangyasavat).

A kleptoknidák kérdése.

A csalánsejtek természetrajzához és vele az egyetemleges sejtproblémához módfelett érdekes adatokkal szolgálnak az úgynevezett kleptoknidák. Így nevezik a *Microstomum*okban és az *Aeolidák*ban található csalánsejteket, illetőleg csalántokokat azóta, hogy MARTIN (1908., 1914.) és KEPNER (1911.) kimutatta ezekről az elemekről, hogy azokat a régi GRAFF-féle (1882.) felfogás helytelenül vallotta a férgek saját sejttartozékának, mert azok nem egyebek, mint a táplálékként elfogyasztott édesvízi *Hydrá*nak, illetőleg *tengeri Virágállatok*nak a ragadozó szervezetében életben maradt csalánsejtjei, illetőleg a MARTIN-KEPNER-féle felfogás szerint csak *csalántokjai*.

Az én figyelmemet erre a kérdésre az 1926-iki természet-tudományi alap segítségével megindított *Örvénysféreg*-kutatásaim irányították, miközben a Balatonban is, meg a Szeged környéki tavakban s a tiszamenti kubikokban is teménytelen mennyiségű *Microstomum linearé*ra és egyben mindakét helyen a *Micro-*

stomum giganteum néhány példányára bukkantam. Mind a Balatonban, mind Szegeden, mind pedig az összehasonlításul elővett régi erdélyi gyűjtési területeimen a *Hydra attenuatának* egy-egy más és más rassza él és ehhez mérten az én *Microstomum*aim is ugyanolyan típusú csalántokkal voltak tele, mint aminők a velük együttélő *Hydrákat* jellemzik. A szegedi *Microstomumok* pedig még más tekintetben is nevezetessé váltak előttem. Ezeket az 1926. év egész folyamán hétről-hétre gyűjtöttem, miközben rájöttem arra, hogy bennük az ősz folyamán mind kevesebb és kevesebb csalánsejt volt található és végül október elejétől kezdve az időnként befogott példányok között számos állatot csalánsejtek nélkül kaptam, míglen a december elején felhajtható kevés *Microstomum*-lelet teljesen csalánsejtnélküli vala. Azóta laboratóriumban, kísérletileg neveltem *Microstomumok*at, melyekben csalántoknak nyoma sem volt.

Az idevágó irodalmat ismerő bűvárnak első tekintetre úgy látszik, mintha MEIXNERnek a *Microstomum linearén* 1923-ban végzett alapos kísérleti tanulmánya után nem igen volna már ezen a téren tennivalója a kutatónak, mivel MEIXNER a kleptoknidák kérdését szinte maradék nélkül tisztázta. Ha én itt mégis kitérek erre a problémára, annak nemcsak az a magyarázata, hogy vitás kérdésekben nem árt mentől több szerzőnek az azonos álláspontját megállapítani, hanem az is, hogy MEIXNER a *Microstomum giganteummal* nem foglalkozott, főként pedig az, hogy a különböző fajta csalánsejtek sorsa az én szemlélődéseim számára sejtbiológiai szempontból is néhány megfontolandó szempontot tár fel.

Technikai szempontból a következőket tartom szükségesnek ide vonatkozólag megjegyezni.

A begyűjtött anyagon kísérletet nem végeztem. A konzervált állatok közül *Microstomum linearét* csak annyiban tettem vizsgálat tárgyává, amennyiben azon a MEIXNER-féle adatoknak mindenben helyes voltáról tájékozódhattam. E helyett figyelmeimet főként a *Microstomum giganteumra* fordítottam, melyből különböző osmium-keverékekkel (ALTMANN, FLEMMING, APÁTHY, GELMI) rögzített anyag állott rendelkezésemre. A 3–5 mikronos metszeteket HEIDENHAIN vastímsó-hæmatoxylinos eljárásával, az

én kettős pácom után savi fuchsin-világoszölddel és toluidinnal színeztem. Végeztem toto-festéseket is az én osmium-toluidinos eljárással és Ranvier-ezüstözést is, mindakettőt a bőrhámsejtek határainak kimutatására s az utóbbit egyben ciliumfestésre.

*

A *Microstomum*ba került csalánsejtek sorsára vonatkozólag MARTIN (1908. S. 266.) még azt állította, hogy csakis a csalántokok jutnak át a bélén és a tokokat a bélén túl a kötőszövetben valószínűleg mesenchymatikus phagocyták fogják körül s azok szállítják a hám alá. Sok tekintetben hasonló ehhez a KEPPNER (1911. S. 276.) felfogása is. MEIXNER (1926. S. 563—564.) azonban kideríti, hogy a tokok nem csupasz mivoltukban kerülnek át a bélfalon, hanem maguk az egyelőre még bántatlan csalánsejtek (és pedig a knidoblasta fokon) vándorolnak tokostól át a bélhámon. MEIXNERnek ezt a fontos tapasztalatát magam is csak megerősíthetem, mind a *Microstomum linedrén*, mind pedig a *Microstomum giganteum*on tett beható megfigyeléseim alapján.

Itt különösen az ALTMANN-féle rögzítéssel kezelt anyag volt nagyon kedvező abból a szempontból, hogy a knidoblasták átfurakodását a hámon könnyűszerrel megállapíthassam. Ezzel a rögzítőszerrel ugyanis a bélsejtek kisebbfokú zsugorodáson mennek keresztül, aminek következtében érintkező, összeszimuláló oldallapjaikon elválnak egymástól s így intercelluláris hézagok éppen csak külső felületükön, vagyis ott nincsenek, ahol ragasztó lécek forrasztják össze a sejteket. Ezekben a készítményeimben igen könnyen megállapíthattam, hogy a vándorló csalánsejtek (knidoblasták) a bélfalban intra- és intercellulárisan egyaránt megtalálhatók. (Lásd MEIXNER p. 567 és Fig. 3. és 4.) Felfogásom szerint a vándor knidoblasták a bélfalon itt is elsősorban épp úgy aktiv munkával dolgozzák át magukat, mint ahogyan a *Hydra* bélsejtjein is cselekvőleg hatolnak át. A mesogloerán való átnyomulásukat illetőleg már megállapítottam (GELEI, 1924. p. 488.), hogy a még amœboid természetű knidoblasták csalántokjukat vagy maguk után cipelik, vagy maguk előtt tolják. Itt is pontosan ezt tapasztaltam, mivel megállapíthattam, hogy a vándor

knidoblasta magja a bélhamban a protoplasma nagyobb részével hol belül basalisán, hol kívül a bélüreg felől helyezkedik el. A knidoblasták tapasztalatom szerint egyelőre feltétlen intracellulárisan fekszenek a bélsejtekben. A féreg csillós bélhámsejtjeit ugyanis a szabad felület felől itt is a közismert ragasztó-lécek kapcsolják össze szerves szöveti egésszé. Ezeken a támasztó léceken pedig sokkal nehezebb átfurakodni, mint a sejtek puha protoplasmáján. A hámsejtek felülete bizonyos tekintetben változatos képet nyújt, ahol azonban a változatok között olyan helyzetekre akadunk, melyek a knidoblasták helyváltoztatására fontosak lehetnek. A féreg bélhámsejtjei az 5—8 szögű rácsrendszer alkotó ragasztó léchálózathoz szabadfelületükkel rendszerint gömbölydeden elődomborulnak, gyakran azonban a lécszintjén símán kiegyenesednek, amikor is a mozgatóhám szabályszerű, a phagocytotikus táplálkozás szempontjából sok tekintetben, mondhatnók, indifferens kialakulásával van dolgunk. Egyes sejtek azonban, a phagocytotikus tevékenységre mintegy előkészülten, magasra fel is ágaskodnak a többiek szintjéből, olyannyira, hogy gyakran még a mag is kiköltözködik a rendes hámszintből; máskor pedig a testükkel csak alig elődomborodott hámsejtek elágazó protoplasmás nyujtványokat bocsátanak a csillók között kifelé.² Ezek a protoplasmatikus nyujtványok vagy pedig a hámszintből kiemelkedő sejtek természetesen alkalmasak arra, hogy a bélnedvektől fel nem emésztődött knidoblastákat összefogdossák. Erre való tekintettel, meg amiatt is, hogy a sejtközi léceket a knidoblasták nehezen törhetik át, állítom azt, hogy akár aktíve, akár passzíve kerülnek be a knidoblasták a bélfalba (szerintem mindakettő lehetséges), ott egyelőre feltétlen intracelluláris az elhelyezkedésük. Mivel pedig maguk a bélhámsejtek intercellulárisan semmit sem helyeznek el, nyilván-

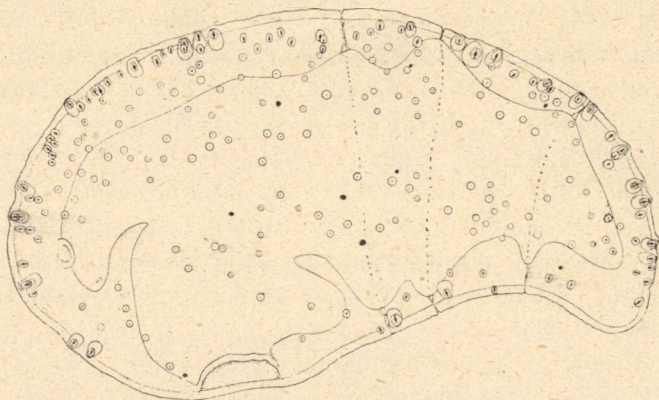
² Mind MEIXNERnek (1923. p. 566.) mind pedig WESTBLADnak (1923. p. 91.) elkerülték figyelmüket ezek az amœboid nyujtványok; s csak ezzel magyarázható az az állításuk, hogy a *Microstomumok* bélhámsejtjei a csalántokokon kívül más szilárd testeket nem vennének fel. Az én megfigyeléseim szerint ezek a sejtek normális phagocytosist folytatnak (különösen a zsírral szemben), miként a *Hydra* bélhámsejtjei.

való, hogy a bél sejtjei közt intercellularisan fekvő knidoblasták oda cselekvőleg nyomultak ki és ugyanily módon törik át a bélhám alapréaszt is. Nem tagadhatni azonban azt se, hogy esetleg a bélhámsejtek is segíthetnek a knidoblasták továbbhaladásában azzal, hogy basalis irányban mintegy tolják ezeket a sejteket. Ezt abból is gyanítom, mivel a zsírra vonatkozólag vannak olyan alkalmi észleleteim, melyek szerint a *Microstomum lineare* bélhámsejtjei nagyobb zsírcsöppöket oldatlanul is leadnak alapréaszkön.

MEIXNER dolgozatának 564—565. oldalán állítja össze az irodalmat azokra a tapasztalatokra nézve, hogy a különböző szerzők szerint minő sors vár a *Hydra* négyféle csalánsejtjére a *Microstomum*-ban. Ezekből a megfigyelésekből a mi szemponunktól az a nagyon fontos jelenség derül ki, hogy a *Microstomumok* külbőrébe rendszerint csak a faltörőtokos csalánsejtek hatolnak ki, holott a csavarók (volventes, a régiek körtealakú knidái) és ritka kivétellel az egyikféle tapadósok (glutinantes stereolinei, a régiek kis hengeres knidái) sohase hatolnak át a bélfalon. A tapadótokos csalánsejtek másik félesége, a rendszer-tani szemponthól annyira fontos streptolinos glutinánsok, a szerzők egyik csoportja szerint kihatolnak a bőrbe, a másik csoport szerint ezek is hiányoznak a bőrből, vagyis e szerint csakis a faltörők volnának ott jelen.

Mivel jelen fejtegetésünk szempontjából ennek a kérdésnek ránk nézve elsőrendű fontossága van, ezért különleges figyelmet fordítottam annak tanulmányozására, hogy készítményeimben minő csalánsejtek találhatók a bélén túl a *Microstomumok* mesenchymájában vagy éppen a hám alatt. E közben a következő érdekes tapasztalatra jutottam: A szegedi *Microstomum giganteum* csakis a faltörőket eresztí át a belén, a másik három csalánsejtet pedig tokostúl megemészti a bélhám; a szegedi *Microstomum lineare*k bőrében a penetránsok mellett az egész vizgálódásom során csak két állatban találtam egy-egy tapadótokost a streptolinos glutinans típusból. Elővettem azonban egyik régi erdélyi gyűjtésemet ugyanazokból a vizekből, ahonnan régebbihydradolgozataimhoz a *Hydra griseákat* (helyesebben *attenuata*) gyűjtöttem és azokban a penetránsok mellett minden *Microstomum*

*linearé*ban találtam csavarfonalú tapadótokos csalánsejtet és pedig nem is csekély számmal. Balatoni gyűjtéseimből való *Microstomum linearék* egytől-egyig el voltak látva a faltörők mellett egynéhány csavarosszalú ragasztótokos csalánsejttel. Az egyik balatoni *Microstomum giganteumban* pedig, melyet toto, fölmetszetlenül itt közlök (3. szövegközi kép), az állat jobb felén 216 faltörő mellett kilenc csavarosszalú tapadótokost találtam. Ugyanezt az állatot az itt közölt 3. rajzom elkészítése után felmetszettem,

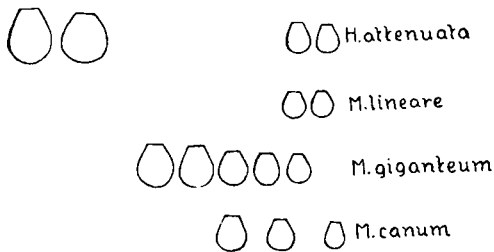


3. ábra. *Microstomum giganteum*. Balaton, Révfülöp, 1926 augusztus 26. FLEMMING-féle folyadékban rögzítve; 200-szoros nagyítással; az állat felső, a néző felé tekintő oldaláról az összes faltörő csalántok berajzolva. Az állat szimmetria-síkjába eső csalántokokhoz a cysta is oda van rajzolva. 9 fekete pont ugyanannyi csavarosszalú tapadótokot (streptolinei glutinantes) jelez.

hogy a tapadótokos (glutinantes) csalánsejtek mivoltát jól színezett metszeten döntsem el. E közben tapasztaltam azt, hogy állatomban a tapadótokos sejtek között egyetlen egyenesszalú (stereolineus) is volt a bőrben a *Hydrából* ismert szokásos helyzetben felállítva. Egyúttal ez volt az az egyetlen eset, amikor stereolinos glutinans csalánsejtet láttam vizsgálódásaim közben a bél falon kívül. Rendkívül érdekes tapasztalatokat szereztem a Balatonon, a többi *Microstomum* fajjal egyazon termő helyről, és pedig két méter mélyből gyűjtött *Microstomum canumok*kal, melyeket általában mint knidátlan lényeket ismernek. Én azon-

ban a gyűjtött *M. canum* anyag között találtam két knidás példányt és pedig az egyikben csak egyetlen faltörőtok, a másikban pedig nyolc faltörőtok (öt a bőrben, három a mesenchymában) és 19 (!) csavarosfonálú tapadótokos csalánsejt volt. Mind a 19 a bőrben és közülök nyolc a subl.-jécect hatására ki is pattant.

Midőn mindezekből nyilván látjuk, hogy a *Hydra* különféle csalántokjai a *Microstomum*okban különféle sorsnak vannak kitéve, hogy a faltörők, miként azt MEIXNER is megjegyzi, mint legmagasabban organizált csalánszervek, leginkább ellenállnak a féreg emésztőnedveinek, ugyanakkor felvetődik előttünk az a kérdés, hogy vajjon a penetránsok között is nem történik-e valami



4. ábra. Faltörő csalántokok balatoni állatokból. Fent a Balatonnak egyik fenéklakó *Hydra attenuata*jának négy szélsőséges méretű tokja (átmeneteket kihagyva) és alant a *Hydrával* táplálkozó három *Microstomum*-fajban talált tokok mindenféle mérethben. 1000-szeres nagyítás.

kiválogatódás azalatt, amíg azok a féreg belében, illetőleg a belfalában a halálharcot vívják az emésztő fermentumokkal. Ezt a kérdést ugyanis az a fennt már kifejtett tapasztalat teszi fontossá, hogy a penetránsok tokjai között, amint azt a 4. ábra is mutatja, igen különböző méretűek jönnek létre és hogy a kisméretűek a törzsfelületen (a talp és a szájkörnyék kivételével) mindenütt szolgálatba léphetnek, holott a nagy faltörők csakis a karokon helyezkednek el. Ez a méretbeli különbség és a vele bizonyos tekintetben párosult szolgálati különbség, ha figyelembe vesszük a *Hydra* cytológiájáról írt dolgozatomban (1924) a 488—491. oldalon mondottakat, arra a következtetésre jogosít fel bennünket, hogy itt a sejtvariabilitásnak igen érdekes esetével állunk szemben, mely az említett helyen felállított elméletem szempontjából

is nagy jelentőségű. Ebből a tekintetből igen nagy fontossága van a balatoni vizsgálati anyagomnak, ahol a *Hydra attenuatá*-nak egyazon fajtájával ugyanazon szűk lelőhelyen biocœnotikus együttlétben háromféle *Microstomum*-ot: a *linearét*, *giganteumot* és *canumot* fogtam együtt. A 4. ábra első sora a *Hydra* legnagyobb és legkisebb faltörő knidáit mutatja egymás mellett. Alatta pedig a három *Microstomum*-fajban található penetráns knidaféleségeket látjuk, itt is a legnagyobbtól a legkisebbig. A kép az első tekintetre elárulja azt a mi szempontunkból igen fontos jelenséget, hogy a férgekben a penetránsok közül a legnagyobb féleség, vagyis az a fajta, melynek kizárólagos szerepe a károkra szorítkozik, szintén elpusztul.

A mondottakat a tapasztalati igazságok teljessége kedvéért azzal kell még kiegészítenünk, hogy a különböző éghajlati és földrajzi fekvésű helyekről összegyűjtött *Microstomum linearék* között valami feltűnő fajta-, rasszbéli különbséget nem tudtunk megállapítani, hogy annak alapján a csalánsejtek eltérő sorsát tisztán a *Microstomum*-ok, mint sorsmegszabó közegek különböző voltának számlájára írassuk, ellenben sokkal inkább különböztek egymástól rasszbelileg a megfigyelésekben szereplő *Hydrák*. Mind a három esetben ugyanazon táplálékon, a *Hydra attenuatán* éltek állataim. Az erdélyi rasszt 1924-ben (p. 472.) részletesen leírtam (akkoriban, mivel SCHULZE idevágó alapvető vizsgálatait előttem még ismeretlenek voltak, mint *Hydra griseát*). Ennek csavarostömlőjű tapadótokjai széles, öblös tojásformájukkal meglehetősen hasonlítanak a faltörő tokokhoz. A szegedi *attenuaták* (griseák) streptolinas glutinánsai a SCHULZE-féle normális típust mutatják, holott a balatoni állatok testileg egy törpe fajhoz tartoznak és a mellett, mint mélységlakók, szintelenek is.

Ezek alapján tehát mindazokhoz az érdekes különbözőségekhez, melyeket morfológiai alapon és a szervezetben való elhelyezkedésük, valamint szerepük szerint (GELEI, 1924. p. 488—492) a négyféle csalánsejt között megállapíthatunk, párosultan csatlakozik az a viselkedésük, melyet idegenben, valamely idegen szervezet pusztító nedveivel szemben tanúsítanak: nevezetesen két csalánsejtféleség válogatás nélkül elpusztul az új szervezet emésztőnedveitől (illetőleg a stere-

olinos glutinansok csak nagy ritkán menekülnek), egyiknek, és pedig annak, amely a *Hydra* szervezete is a legfontosabb, nevezetesen a faltörőknek a legnagyobb százaléka dacol a pusztító fermentumokkal, viszont pedig az a féleség, amelynek fajról-fajra menve is akkora a variabilitása, hogy meghatározó kulcsul lehet e sejtféleség eltérő kialakulásait felhasználni, nevezetesen a csavarfonalú tapadótokos, a földrajzi tájak szerint rasszról-rasszra eltérő viselkedést mutat, ha ugyanarról a gazdaállatról, nevezetesen a *Microstomum linearé*ről van szó. De éppoly eltérést látunk egyazon állat-rassz után is a sejtek között, ha ugyanegy gyűjtőhely *Hydráinak* csalános sejtjei ugyanott különféle *Microstomum* fajokba telepednek be!

*

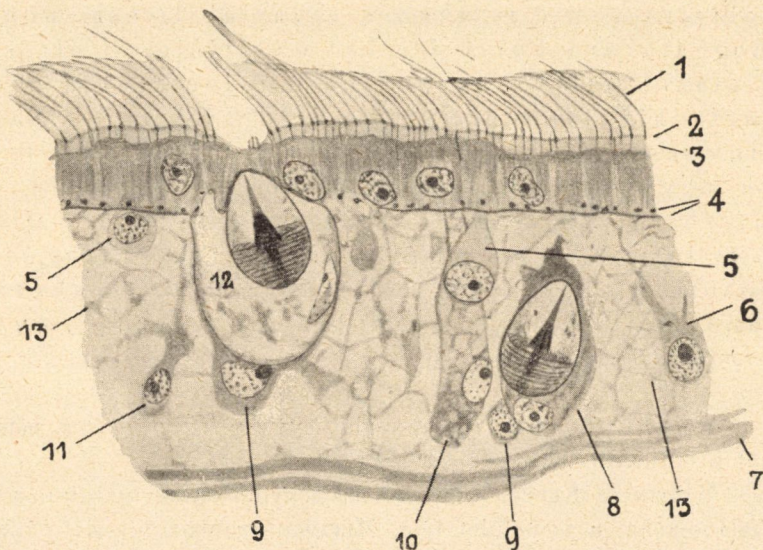
Hogyan jutnak a *Hydra*-csalánsejtek a *Microstomum* beléből a bőrhámba?

MARTIN és KEPNER szerint mesenchyma-sejtek szállítanak a csalántokokat a testfelület felé. MEIXNER azonban kísérleti állatain a csalánsejteknek saját erejükön való tovavándorlását állapítja meg.

MEIXNER kísérleti megállapításai szerint (p. 566—569) ha *Hydrával* táplálunk egy csalántoknélküli *Microstomumot*, a bél hámja egy negyedóra múlva már tele van a *Hydrának* mindenféle ki nem sült csalántokjával és már egy óra múltán a mesenchymában is találunk csalánsejteket, néhány óra múlva pedig a bőrhám alá érkeznek a szerinte intaktus csalánsejtek, melyek azonban egy-három napon belül erőteljes burkot kapnak.

Én a szabad természetből gyűjtött *Microstomum giganteum*okon a MEIXNERÉVEL teljesen megegyező eredményre jutottam. Nevezetesen megállapítottam (e megfigyeléseim csakis a penetránsokra vonatkoznak), hogy a penetránsok vándorknidoblastái maguk erején átfúrják a bélhámot és egyrészt intaktus állapotban eléri a bőrhámot. Az 5. rajzom jobbfelöli vándor knidoblastája éppen azon az igen jellemző állapoton mutat be egy

ilyen kifelé törekvő csalánsejtet, amint az csaknem elérte a hámot és a hám felé amœboid nyujtványokat bocsát. A bőrhám közelében a *Hydrában* tapasztalható viszonyoknak megfelelően a csalánsejt magja belül felül marad, sőt az 5. ábrám mindkét vándorló knidoblastájának tanúsága szerint eleve belül, basali-



5. ábra. A *Microstomum giganteum* hasfalára merőleges hosszanti metszet részlete 1500-szoros nagyításban. FLEMMING-féle folyadék. 5. mikron. Savifuchsin-világoszöld. 1. csillók; 2. csillók alapi testének sora; 3. a hámsejt csillógyökeres öve; 4. bőrizomtömlő; 5. neoblasták, melyekből vagy hámsejt (jobbfelöli), vagy izomsejt lesz; 6. kötőszöveti sejt a hozzátartozó reticulummal; 13; 7. belső hosszanti izomkötegek a testparenchymában; 8. knidoblasta amœboid nyujtványaival vándor-úton a hám felé; 9. burokképző sejt; 10. nyálkasejt; 11. ugyanaz, mint 6; 12. csalánsejt elvizenyősödött és felduzzadt sejttesttel, körülötte cysta és benne a csalántok.

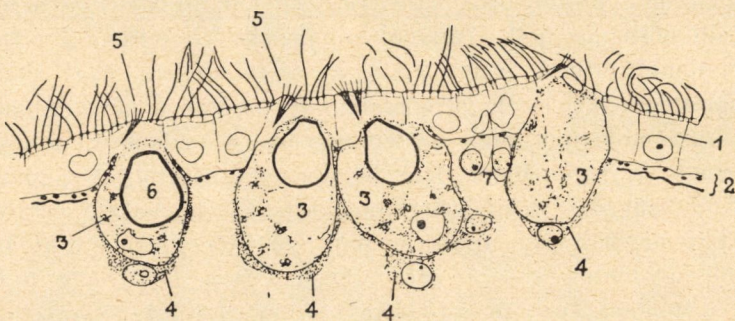
san helyezkedik el, a csalántokat pedig kifelé tereli és egyben a szokott, vagyis a bőrfelületre merőleges irányba állítja be. Hogy ez a testfelület szerint való igazodás a csalántoknak magától való képessége-e vagy pedig a kezdeményezés mindig a sejt részéről indul ki, azt nehéz eldönteni. Ha *Paramaeciumok* trichocystáira gondolunk, melyek e csalántokok analogonjai, akkor nem tagadhatjuk le a tokok cselekvő szerepét a hámhoz

való igazodásban, hisz a *Paramaecium* trichocystái minden gyámkodás nélkül jutnak az entoplasmából az ectoplasmába; sőt ezek is méretük szerint más és más helyen állanak szolgálatba. Ha ehhez tekintetbe vesszük azt, hogy a tokok a degenerálódott, tehát az irányítás gyakorlására képtelen sejthén is helyesen állanak, még valószínűbb, hogy azok maguktól igazodnak a felületre merőlegesen.

Külön kell szólnunk arról, hogy mi történik a féreg bőrhámja alá érkezett és a bőrben a vendéglátó gazdasejtet, a csalántelep sejtjét hasztalan kereső knidoblastával. — A vándorló csalánsejt a protoplasma külső részével nekifurakodik az útjába került bőrhámsejtnék s útjából mindenekelőtt félretolja a bőrízomtömlő otlévő izomrostjait, a *giganteumban* nagy ritkán megtörténik az is, hogy a csalánsejt teljesen a bőrízomtömlő alá furakodik, úgy, hogy az izomrostokat a csalánsejt mintegy felemeli, a parenchyma felé betolja a bőrhámról. A hámnak illetén szabadon nekifeküdt knidoblasta az eléje akadtt hámsejtet középtájékán vagy laposra nyomja szét — így járnak a *giganteum* hátoldali sejtjei — (lásd MEIXNERT is p. 569) vagy pedig azt a többiek közt zsugorodásra készletti. (Lásd az 5. rajz bal-felölí sejtjét!) Utóbbi eset a *giganteum* hasoldali sejtjein rendszeresen (néha pedig a *linearén*) következik be és pedig valószínűleg azért, mert a *giganteum* a has oldalán magas hengerhámmal van borítva s úgylátszik, hogy itt a szomszédos sejtek nyomása lehetetlenné teszi a megtámadott sejt teljes szétlapítását. Mindenesetre azonban a hasoldal illetékes sejtjei is alaposan meg vannak nyomorítva, mert a kifelé törekvő knidoblasta ezek alaprészt is benyomja a hám általános basalis szintjéből és egyben környezetétől is elválasztja, mivel a knidoblasta protoplasmája a megtámadott sejt szélén kissé az intercelluláris résbe is benyomul. (Lásd az 5. rajzon a hámba befurakodott sejt bal szélét.) Röviden ezt úgy fejezhetjük ki, hogy a hátoldali sejteket szétnyomja a hámrá támadt csalánsejt, a hasoldaliakat pedig benyomja. Ennek a furakodási küzdelemnek nagy ritkán az is lehet a vége, hogy a csalánsejt végezetül teljesen behatol a hámba, bevonván oda maradék nélkül minden részét, de megtörténhetik az is, hogy egy tapodtat sem halad előre. E két

véglet között aztán, mint azt a 6. ábránkról is leolvashatjuk, minden átmenetet megtalálunk.

Mielőtt a knidoblasták sorsát tovább követnők, lássuk, mi történik a féregnek ama hámsejtjeivel, melyeket a knidoblasták illetéknéppen megtámadnak! — Mivel a megtámadott sejteknek rendes táplálkozása korlátozottá válik, nyilvánvaló, hogy ezek kissé elványadnak s így a csalánsejt nyomásától a hátoldalon elődomborodnak, a hasoldalon pedig rendszerint összezsugorodnak (bár a csalánsejtnek néha itt is sikerül kinyomni a féreg bőrét). Már MEIXNER leírja (p. 569), hogy a *Microstomum linearén*

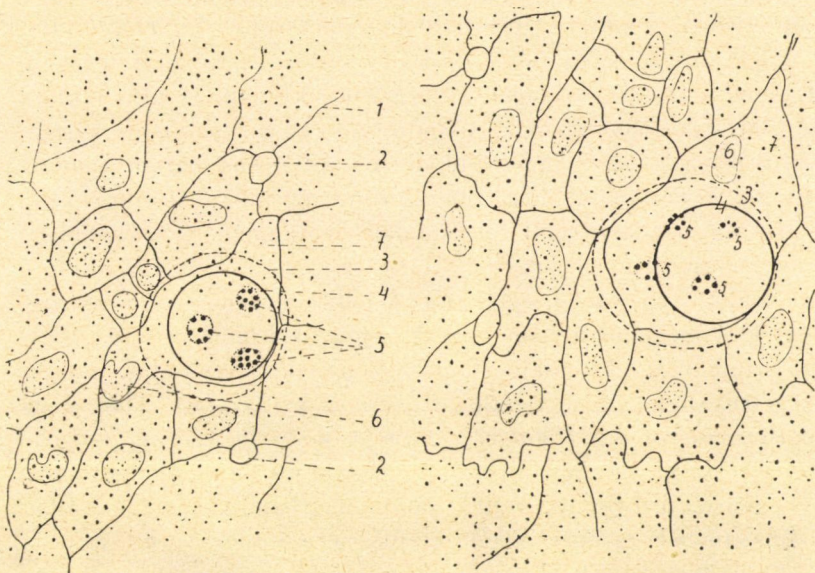


6. ábra. *Microstomum giganteum* csalánsejtektől megtámadt bőre az állat hátulsó testrészéről, a hátoldaltól, hosszmetsetben. 1500-szoros nagyítással. FLEMMING-féle folyadék. 3 mikr. HEIDENHAIN vastimsó-hæmatoxylin festése. 1. bőrhámsejtek; 2. bőrízomtömlő; 3. hólyagosan felduzzadt csalánsejtek; 4. tok (cysta)-képző sejt; 5. támasztó hártájukat vesztett ciliumok: nyomási kúp képzése; 6. csalántok; 7. myoblasták.

a hámsejt felülete a knidoblasta hatására miként változik meg. A *Microstomum giganteum*on egészen hasonló átalakulások tapasztalhatók. A csillók a szétlapított sejt közepéről elpusztulnak (lásd az 5., 6., 7. és 8. ábrát), e kopasz területet környezőleg egyes csillócsoportok csónkszerűleg megrövidülnek (5. ábra bal fele), de az esetek túlnyomó számában mégis az tapasztalható, hogy a sejt szélén épek és mozgásra képesek még a csillók. (6., 7. és 8. ábra)

Balatoni gyűjtésemből néhány FLEMMING-féle folyadékkal rögzített és savi fuchsin-világoszölddel festett metszeten sikerült azt is tisztáznom, hogy a *Microstomum linearén* és *giganteum*on

minő átváltozáson megy keresztül a hám pillázata. Idevonatkozólag a 7. és 8. ábrám a hámfelület érintőleges metszetéről mutat képeket a hámsejtek határával, felületükön a csillók basalis testének eloszlásával és középtűt egy-egy felpuffadt és már betokozott csalánsejttel (3) s az általa megtámadt bőrhám-



7—8. ábra. A csalánsejtektől megtámadt *Microstomum giganteum* bőrének érintőleges metszete a hámsejtek határával (1), a csalánsejt (3) és a csalántok (4) elhelyeződésével. A szétszórt pontok a hámsejtek ép csillóinak alapi testeit jelölik. 2. nyálkacsatornáknak intercelluláris szájadéka; 3. a felpuffadt és már cystával körülvett csalánsejt határa szaggatva; 5. a csalánsejttől megtámadott sejtfelületen összefutott ciliumok pamatainak csoportja a basalis testecskék alapján; 6. a csalánsejttől megtámadott hámsejt (7) magva. FLEMING-féle rögzítés, 10 mikr. Timsós-kálibichromikus és ammoniummolybdenicumos pác GELEI szerint, fuchsin-világoszöld GELEI szerint.

sejttel (7). Az utóbbiakról világosan megállapíthatjuk, hogy azok a csalántok (4) fölött kopaszak, de a szélükön, gyéren bár, még pillázottak. A kopasz mező szélén pontcsoportokat látunk, melyek a degenerálódott csillók sajátos csoportjainak basalis testjeit mutatják be. Ilyen csoportot egy-egy hámsejten kettőtől fel

egész ötig találunk s egy-egy csoportban 5—12 csilló egyesül. A csillós foltok környezetükkel szemben némi fénytöréssel különbözetet is mutatnak, ezt jelzi a rajzon a körülpontozásuk. A hámsejtek hosszmetSZete deríti ki e pontcsoportozatok mibenlétét. A ciliumok differenciálására elective kezelt készítményeken kiderül, hogy a *Microstomum*ok bőrhámját is olyanszerű bőrszerkezet jellemzi, minőt LUTHER (p. 8) *Castradák*ról és *Typhloplanák*ról leír. Nevezetesen felül itt is egy világos áttetsző réteget, a LUTHER odvacskás rétegét különböztetjük meg az alsó tömör, erősen színeződő rétegtől. A kettő határát az osmiumos készítményekben a savi fuchszintől erősen színeződő hártya alkotja. Ennek a hártjának, nézetem szerint, ugyanaz a szerepe van, mint aminőt a *Stentor* peristomális korongján a csigalemezről kiderítettem, nevezetesen erre vannak ráerősítve a ciliumgyökerek. Erre a jelenségre azért kellett kitérnem, mert a csalánsejtektől megtámadt hámsejtek közepén ez a felületi réteg és így a ciliumgyökerek basalis támasztó hártájaja elpusztul, minek következtében a degenerálódott csillók gyökérszála többé nem párhuzamosan fut, hanem, a 6. rajz tanúsága szerint, csoportonként szabályos kúpbá fut össze. Szóval, itt kicsinyben ugyanaz a jelenség ismétlődik rajtuk, amit nagyban a kagylók csillós hámsejtjeinek gyökérszálain látunk, nevezetesen a csillók itt is segítő támasztó lap híján összezsapzódnak és nyomási kúpot formálva kölcsönösen támogatják egymást.

Mindezekről a felületi változásokról a formol-osmiummal rögzített és az én osmium-toluidinos módszeremmel (GELEI, 1926—27.) kezelt állatokból készült metszetek is igen könnyűszerrel és szépen meggyőznek bennünket.

*

Mikor a csalánsejteket sejthiológiai szempontból nézzük, a mellett a kétségtelen megállapítás mellett, hogy a belfalon áthatolt sejtek egyrésze sértetlen, ép állapotban eléri a bőrhámot, minket itt az a további sajátos jelenség is érdekel, hogy nem minden penetráns sejt jut a bőrhám alá s hogy azok is, amelyek odaérnek, a bőrben elhelyezkedett csalánsejtek sajátos organizációjából semmit sem fejlesztenek ki.

Már MARTIN (1908. p. 266, Fig. 9 és 12) és KEPNER (1911. p. 276, Tab. II) leírja, hogy a csalántokok körül később keményfalú burok képződik. MEIXNER (p. 560 és 569, Fig. 1 és 2) is részletesen foglalkozik a cysta-képződéssel. A cysta mindnyájuk egyértelmű felfogása szerint mesenchyma-sejtekből képződik. A *Microstomum lineare*-ban a szerzők szerint több sejt áll össze a burok létrehozására, a *giganteum*-ban azonban tapasztalom szerint rendszerint egyetlen mesenchymatikus sejt veszi körül a csalánsejtet. Ennek az 5. és 6. ábránkról leolvashatóan igen jellegzetes viszonya van a csalánsejtekhez. A cystaképző sejt magja ugyanis a csalánsejt felületére rendszerint ráborul és érintkező felületén arra megfelelően rá is símul, holott külső felülete szabadon kidomborodik. Ez a mag, miként azt mindkét rajzom is mutatja, rendszerint belül, igen gyakran axialisan a bél felől foglal helyet. A cysta voltaképp három rétegből alakul. Belül a knidoblastára közvetlenül ráborultan, osmiumos rögzítéssel és savifuchsinfestéssel vékony hárttyát mutathatunk ki. Erre következik kifelé a cystaképző sejt protoplasmás teste. Végül pedig a cystahárttyára belül a knidoblasta részéről is vastagabb protoplasmás bevonat kerül, amitől a burok szintén vastagszik. Mivel az említett fuchsinos eljárással a knidoblastának a fereg bőrhámsejtjére rátapadt felén nem tudunk éles hárttyát kimutatni, ezért a csalánsejteket a hámsejttel érintkező oldalukon szabadoknak kell minősítenünk. Cysta azonban, mint ezt az összes szerzők megállapítják, nemcsak a hám alatt, hanem a mesenchymában is található. A cysta itt természetesen teljesen zárt.

Mivel a cystán belül, én legalább is, csakis degenerálódó állapotban találok a csalánsejteket, fel kell tételeznem, hogy a csalánsejtek betokozása nem elsődleges, hanem másodlagos jelenség. Szerintem valószínű ugyanis, hogy mindaddig, amíg a csalánsejt ép és egészséges, környezetére nem hat idegen testként, mihelyt azonban vízfelvétel mellett megindul a degenerációja (ami különben néha a *Hydra*-ban is bekövetkezik), már kóros idegen testté válik s erre azonnal eltokozza a közelében lévő kötőszövet a környezetétől. Szerintem tehát minden csalánsejt a hám felé vezető útját szabadon teszi meg és ott csak utólag kap

cystát, amely csalánsejt pedig már a kötőszövetben a bél közelében legyengült, azt ott mindjárt betokozza a környező kötőszövet.

Kérdés, hogy a kialakult cysta rögzített természetű-e vagy pedig mozgékony? Ha tekintetbe vesszük azt, hogy a cystaképző sejtnak a környezeti kötőszövethálózattal sűrű protoplazmás kapcsolata állapítható meg és viszont a környező kötőszöveti nyujtványok is sűrű összeköttetésben vannak a burokkal, valószínűbbnek látszik a cystának helyhez kötött, rögzített volta. Ennek következtében a *Microstomum giganleum*-ban is található többsalántokú cystákat úgy magyarázhatjuk, hogy az egyszerre egymás szomszédságában vándorló csalánsejtek itt is közös sírba kerülnek.

A cystakérdéssel azért foglalkoztam némirészt behatóbban, mert a több tokkal felszerelt cystákban ugyanannak a knidafajtának (rendszerint természetesen a penetránsokról van szó) az esetén is a degenerációnak igen különböző fokát látjuk: a még csaknem teljesen ép knidával, melynek a hozzátartozó protoplasmája és magja alig változott, együtt látjuk a teljesen összezsugorodott és protoplasmáját már teljesen elvesztett csalántokokat.

A bőrfelület alá eljutott csalánsejtek sorsa.

A bőrig kihatolt ép csalánsejtekre nézve sorsdöntő az a körülmény, hogy ezek a vándorsejtek itt a féreg hámsejtjeibe nem tudnak olyképpen beférkőzni, mint ahogy a *Hydra* bőrében a csalántelep sejtjeibe befurakodnak. Ennek következtében a *Hydra* bőrében a csalánsejtek intracellulárisan, a *Microstomum*-okban pedig interhistonálisán helyezkednek el. Arról, hogy a *Hydra* szolgálattévő csalánsejtjei a *Hydra* bőrében sejtfelületi részükön is szabadon érintkeznek a külvilággal, az tesz tanúságot, hogy RANVIER-féle ezüstözéssel (lásd SCHULZE 1922.) vagy az én osmium-toluidinos módszeremmel a gazdasejt nagy határvonalán belül mind kimutathatjuk azokat az apró köröket, mint belső sejthatárokat, melyek segítségével a csalánsejt mintegy be van forrasztva a gazdasejt pelliculájába. A *Microstomum*-ok tehát azonban hasztalan ezüstözzük, hasztalan kezeljük a toluidinos eljárással, hasztalan alkalmazzuk metszeteken a sejthatáro-



kat különben jól kimutató HEIDENHAIN-féle eljárást is: a csalánsejttől megtámadott bőrhámsejt felületén belső köröcskét semmi módszerrel ki nem mutathatunk, ez pedig a legbiztosabb tanuság a mellett, hogy a csalánsejt külső végével nem jutott ki az állat külső, szabad felületére. Ezzel a különleges körülménnyel tudom én kapcsolatba hozni a szerzőktől (lásd MEIXNER p. 576) már ismert és itt én általam is számtalanszor megállapított valóságot, hogy a *Microstomum*ba került csalánsejtek knidociliumot nem fejlesztenek, hogy a tok külső végén a párkányrostok kúpszerű öve nem alakul ki és hogy a csalánsejtben a tok explozióját elősegítő izomzat sem fejlődik ki; szóval, hogy mind az a nagyjelentőségű és igen érdekes új organizálódás, melyen a szolgálatba állott csalánsejtek a *Hydra* bőrében utólag átesnek, itt mind elmarad. Így természetes az is, hogy a *Microstomum*nak a csalánsejtből semmi haszna nincsen és teljesen egyetértek MEIXNER-nek idevágó fejtegetéseivel, ki szintén tagadja, hogy a csalánsejtekből a *Microstomum*nak bármi haszna is származna. Erre a gondolatra ugyanis némely szerző (GRAFF, KEPPNER, STEINMANN-BRESSLAU) abból következtet, mert a csalántok a *Microstomum* testében hosszú ideig megtartja exploziós képességét. Annak azonban, hogy a csalántok a *Microstomum*ban vegyszerek hatására, így különösen ecetsavra, kipattan és így ezáltal bizonyos szolgálatrakész állapotról tesz tanuságot, nem sok jelentősége van a *Microstomum*ra nézve, azért sem, mert a *Hydra* bőrében is megtörténik ugyanez, a még helyükre nem állott csalántokokkal is, de itt is csak oly szerek hatására, melyek a természetben szerepet sohasse játszanak. Viszont hiába hatunk akár a *Hydrára*, akár a *Microstomum*ra természetes ingerekkel, utóbbit tűszúrásokkal próbáltam ingerelni, sem itt, sem ott a felület alatti tokok ilyen hatásokra soha ki nem pattannak.

Természetszerű jelenség, hogy a rendes fejlődésmenetükben megakadályozott és normális táplálékuktól megfosztott knidoblasták csakhamar degenerálódásnak esnek áldozatul. A degenerálódás, amint azt a szerzők már megállapították, egyrészt a sejttest felhólyagosodásában, a protoplasmának dús elvizenyősödésében s a protoplasma alvadékszerű kicsapódásában, más-

részt pedig a sejtmag chromatinállományának elszegényesedésében, a mag elszabálytalanodásában és feltűnő zsugorodásában mutatkozik. Már MEIXNER megjegyzi, hogy a mag rendes helyéről, a csalántok mellől, eltávozik és inkább a cystafal mellé telepszik. Ugyanezt tapasztaltam a *giganteum*ban is, amint arról az 5. és 6. rajzom is tanuságot tesz.

Összefoglalás és általános szempontok.

I. Fejtegetéseinkből nyilvánvalóvá vált, hogy a *Hydra* csalánsejtjeit 1. bonyolult szervezet és vele kapcsolatosan 2. igen nagyfokú önállóság jellemzi. — Ez a megállapítás nem mai keletű újdonság, hanem azóta, hogy HADŽI a csalánsejtek vándorlását megállapította, köztudomású dolog. Hogy erről az önállóságról a *Microstomum* szervezetében véghezvitt küzdelmükkel is külön tanuságot tesznek, ezt is kiemelte már MEIXNER. Érdemem ezen a téren csak arra szorítkozik, hogy itt is, meg korábbi dolgozatomban is rámutattam a csalánsejtek finom érzékenységre (tájékozódó képességre), melynek folytán rendes szolgálattévő helyükre kerülőúton is eljutnak. E tekintetben a jelen vizsgálatok is hoztak valami újat. Nevezetesen a féreg mesenchymájába átbújt csalánsejteknek még az idegenben is van válogató képességük. Így a 3. ábránkon nyilván szemünkbe ötlük az, hogy a *Microstomum*okban a hát felől jóval több csalánsejt helyezkedik el, mint a hasoldal felől s ez az állapot minden állaton feltűnik, amelyet nagyobb mennyiségű csalánsejt inficiált. Egyben azt is tapasztalhatjuk a metszeteken, hogy a csalánsejtek az idegszövetet kikerülik. E miatt ri ki említett ábránkon az oldalvonal mentén a ventrolaterális ideg fölött egy hosszanti csalántokmentes csík. Sem az állat ajakában, sem pedig izlelő-szagló gödreiben csalánsejtet soha nem találtam. Ezek a szervek is idegsejtekkel, érző elemekkel dúsan el vannak látva. Mindezekből megállapítható, hogy a csalánsejteknek általános vonzódásuk van a bőr igazi hámsejtjei iránt: amit röviden és egyelőre általánosan dermataxisnak nevezhetnénk. Hogy a dermataxisban lényegében mi rejlik, azt ma még nem tudjuk. Lehet az egyszerűen oxyphilia: oxygenotropismus is, amelynél fogva, mivel a bél oxygenium-

ban szegény s a légzés a bőrön át történik: a csalánsejt bőr felé haladtában folyton az oxygeniumban dúsabb rétegek felé törtet. Lehet azonban az, és ez a valószínűbb, valódi histotipikus dermataxis is, mikor a hámsejtek valamely jellegzetes váladéka vezeti a csalánsejteket útjukban és akkor itt sem az ajaknak, sem az ectodermális garatzsáknak sem a vegyi érzékszervnek hámja nem termeli ezt a váladékot, és e miatt nem hatolnak be ide csalánsejtjeink. — Megjegyezni kívánom: a *Microstomum*okban és általában az *Örvényférgek*ben a bőrhámnak sejtek mozgását irányító szerepéről azért is kell beszélnünk, mert a bőrhám pótlására, amint azt a *Microstomum*okban is látom, csakúgy mesenchymatikus sejtek hatolnak ki, mint ahogy azt annak idején a *Dendrocoelum*ról is kimutattam és mesenchymatikus sejtek itt is csakúgy változnak át mirigysejteké (nyálka-, méreg- és ragasztó mirigysejteké), mint mindenütt az *Örvényférgek*ben és ezek is másodlagosan lépnek a bőrrel összeköttetésbe. A mesenchymasejtek dermataxisa nélkül ez a jelenség sem érthető meg.

II. A csalánsejtek függetlensége és vele együtt önkormányzata akkor a legnagyobb, mikor azok knidoblasta állapotban vándorúton vannak. Ez állapotukban csupán chemotaktikus függelmük van a telepánya irányában. Függetlenségük eme legnagyobb fokán anorganizált lények és egyúttal antifermentumokkal védekezni tudnak a bél emésztőnedvei ellen.³ Mihelyt azonban belépnek valamely ütegbe és ott a telepánya fennhatósága alá kerülnek, bizonyos tekintetben veszítenek önállóságuk régi nagy fokából, de egyúttal képességeik sokoldalúságából is, mert többé védő antifermentumokat nem termelnek és így ebben az állapotukban emészthetők.

III. Mindamellett a csalánsejtek az ő sokoldalú organizációjuknak megfelelően még az ütegen belül is elég nagy önállóságnak örvendhetnek. Felfogásom szerint pedig minden sejt önállóság és a vele kapcsolatos sokoldalúság, legyen az akár

³ Ehhez az állapothoz teljesen hasonló viszonyuk van a magasabbrendűek fehérvérsejtjeinek a szervezet egészéhez; a függelen ott is kémiai úton van szabályozva és létüket ott is antifermentumokkal tartják fenn a sejtek!

valamely amœboid, tehát anorganizált, akár pedig valamely tökéletes heteropolárisan organizált állapottal kapcsolatos, egyúttal a sejtvariabilitásnak is nagyfokú lehetőségét rejtí magában. (Ennek magától való ellentéte az, hogy az egyoldalúlag szélsőségesen differenciálódott sejtek kevésbé variálnak.) Ez a tétel volt jelen dolgozatomnak az a fő célpontja, amelyre nézve bizonyítékokat igyekeztem hozni! Általánosságban láttuk, hogy a még függetlenebb vándor knidoblasta nagyobb mértékben variál, mint a már helyhez kötött knidocytá. Ez teljesen párhuzamos azzal a már DARWINTÓL származó megállapítással, hogy az ubiquista élőlények (minálunk a vándorsejtek az ubiquisták) nagyobb mértékben variálnak, mint valamely szűk geográfiai környezethez kötött lények. Az ubiquista lénynek kisebb, a tájhoz kötött fajnak nagyobb a földrajzi függelme.

Ide tartozik a variációs tannak az a megállapítása is, hogy variálhatnak a faj egyedei egyénről-egyenre, de megtörténik az, hogy földrajzi tájanként következnek be a fajban azonos eltérések: ha az előbbi individuális variabilitásnak nevezzük, akkor e mellett az utóbbit mint rassz- vagy csoportvariabilitást kell megkülönböztetnünk. Ennek megfelelően itt a *Hydrán*ban a variabilitás ugyanazon egy adott élőlény valamely sejtfaajtáján a sejteknek egyazon fejlődéstani fokán és azonos élettani állapotán, tehát különben egyenrangú sejteken is mutatkozhatik. De éppúgy megállapítható az eltérés a táj szerint különböző szervezetek ugyanazon sejtfeleségén is, mindkét esetben mind morphologiai, mind pedig physiologiai szempontból is. Morphologiailag különböznek a penetránsok például ugyanabban a vizsgált állatpéldányban a tok mérete szerint. Ehhez a morphologiai különbséghez azonban élettani különbség is járul, mert: 1. a *Hydrán* belül a nagy penetránsok csakis a karokban lépnek szolgálatba és 2. éppúgy a *Microstomum*okban sem bírnak harcolni a bélnedvekkal, hanem eleve felemésztetnek. — A variabilitásnak egyik fő jellemvonása a *folyamatosság*. Ez itt egyfelől a nagy és kis tokok között megállapítható folyamatos átmenetben, másfelől pedig élettanilag abban mutatkozik igen szépen, hogy a bélfalon valahogy átbújt csalánsejtek (itt csakis a penetránsokról van szó) az idegen környezet pusztító erőinek igen különböző ideig tudnak ellenállani

(cysták keletkezhetnek ugyanis a bélhám közvetlen közelében, vagy távolabb a bőrhám alatt és künn a bőrhámban). A variabilitásnak élettudományi jelentőséget az ad, hogy a nagy selectiók principium is csakis ott nyilvánulhat, ahol van variabilitás; itt egy ilyen selectiók erő a féreg bélfalának emésztőnedve és ez csakugyan végez kiválogatást, mikor a penetránsok meglehetősen százalékat, a glutinánsoknak pedig túlnyomó nagy részét, néhol akár 99%-ig elpusztítja. Hasonlóan tanuságot tesznek a balatoni *Hydra attenuata* csavarosszájú tapadó tokjai, illetőleg az azokat termelő sejtek is variabilitásukról akkor, mikor azok más és más fajú szervezetbe kerültek (lásd a 591. old.-on a *lineare*, *giganteum* és *canum* szerepét). A *Microstomum*-nak mindhárom megvizsgált faja emésztő bizonyos százaléokban ezeket a csalánsejteket, de emésztőnedveik összetételének: fajilagosságának megfelelően más és más százaléokban. És itt az a fontos, hogyha valamely csalánsejtféleség nem mutatna semmi variabilitást az emésztést lefegyverező antifermentumok termelésében, akkor vagy azt látnók, hogy minden streptolinos glutináns átmegy az egyik állat belén, vagy pedig azt, hogy a másik fajban mindenik felemészthető. Hogy itt e különleges selectio csak theoretikus jelentőségű, mert a kiválogatott sejtek is elpusztulnak, az az elven mitsem változtat.

Nem kisebb jelentősége van általános biológiai szempontból annak a jelenségnek, hogy egy adott sejtféleség állatfajtáról-állatfajtára is megállapíthatóan variál. Az erdélyi és balatoni *Hydrák* csavarosszájú tapadótokjai hasasok, körteszerűek s a csalántömlő kezdő szakasza szabályos haránt kanyarulatokat tesz bennük, a szegedieké megnyúltak, búzaszemhez hasonlóak és a csalántömlő első kanyarulatai nem mindig szabályosan harántul vannak vetve. Ennek megfelelően tapasztaljuk azt, hogy a szegedi *Hydrák* e csalántokjait a *Microstomum lineare* csaknem az utolsó darabig megemészt, holott az erdélyi és balatoni származásút ugyanez a faj bizonyos százaléokban nem tudja elpusztítani. Szerintem, észleleteim alapján a sejtvariabilitásnak ez a legfeltűnőbb megnyilvánulata. S ennek az ad különös jelentőséget, hogy SCHULZE az édesvízi *Hydrák* determináló kulcsául

éppen ennek a sejtféleségnek fajról-fajra változó formáit választotta ki. Itt tehát egy sejtféleségnek fajról-fajra megállapítható különbözőségével egybeesik ugyanannak a sejtféleségnek ugyanazon fajon belül is megállapítható variabilitása. A variabilitás pedig, jól tudjuk, új fajok keletkezésének leggazdagabb forrása. S így nem követünk el nagy merészséget, ha ennek alapján azt a tételt állítjuk fel, hogy egykoron is, mikor a *Hydra*-genust még egyetlen törzsfaj képviselte, többek között a *streptolinos glutinán*sok eredendő változékonysága volt az a forrás, mely egyéb bélyegekkal együtt lehetővé tette a mai különböző *Hydra*-fajok kialakulását. Nagy dolgot és újdonságot voltaképpen ezzel a tételünkkel sem mondunk, hisz az egész darwinizmus is a szervek variabilitására alapítja a fejlődést és ami a szervekre illik, annak vonatkoznia kell a sejtekre is, kivált akkor, ha e sejtek szervi jelentőségűek. Nem új ez a felfogás főként a miatt sem, mert már, mint a bevezetőben mondtam, Roux kiaknázta a sejtek variabilitását a fajok tökéletesbedése szempontjából. Köztem és a Roux felfogása között azonban az a nagy különbség van, hogy a Roux-féle gondolatkonceptióban lényeges szerepet játszik a selectió, a munkaképtelenebb sejtek elpusztulása a létért való küzdelemben és így a tökéletesebbek fennmaradása árán a szervezet tökéletesbülése. Én itt a csalánsejtek philogeniájában a selectionnak semmi nyomát nem látom és semmi szükségét nem érzem. Itt a legbékésebb szétágazásról, szétírányulásról van szó, ahol tisztán abból az adott jelenségből, mert egyebek között a csalánsejt is variál, a szétkülönödésnek a variáció mérete szerint eltérő alapjai adottak és abból a magától is mindig előbbre menő fejlődés lassanként újat hoz létre.

Dolgozatomnak nem is az a fő célja, hogy a Roux-féle gondolatkört újra a viták szőnyegére dobjam, hanem az, hogy az itt keletkezett új ismereteink alapján a *Metazoon* sejtjeinek differenciálódási problémájához hozzácsatlakozjak.

Ismeretes dolog, hogy WEISMANN a differenciálódást a tervszerűen lezajló egyenlőtlen sejtoszlásokkal igyekezett magyarázni. Az is tudott dolog, hogy ezzel szemben a tudósok egész

serege ⁴ elveti WEISMANN elvét és helyette a sejtoszlások egyenlősége alapján a szervezetnek többé már nem oszló, de még a differenciálódás előtt álló sejtjeit egymás között egyenlőnek és a petesejt hozományában is egyenlően örökösödőknek vallja. A differenciálódás: a szöveti különbözővé válás pedig, ahogy ezt HERTWIG OSZKÁR, ennek a gondolkörnek legelevenebb harcosa, Allgemeine Biologie munkájában (1912. IV. Aufl. p. 500—516) kifejti, a helyhez kötött állandó hatások, a munkamegosztás és az abból származó integráció révén valósul meg. Magam is mind a Potentia prospectiva című dolgozatomban, mind pedig egyetemi előadásaimon rendületlen híve voltam annak, hogy a differenciálódást a sejtek eredendő egyenlősége mellett is megtudjuk maradék nélkül oldani, illetőleg megoldja a szervezet a szigorúan helyhez kötött munkalehetőségek, az egyoldalú munka végzése közben kifejlődött egyoldalú organizáció és az ennek pótlására megteremtett összehangolás (integráció) alapján. Ma azonban ez a HERTWIGTÓL úgynevezett biogenesis-elmélet nem elégít ki engem teljesen. Nevezetesen az állandó munkainger nem magyarázza meg kellőképpen az azonos csiraalaphból származó kevert szövet differenciálódását, ha a differenciálódás szűken körülírt területre szorítkozik. Nem értjük meg például, hogy a garatra, a légutakra kiterjedten ható folyadék hogyan készíti ugyanabban a hámiban a sejtek egyrészét ciliumok kialakítására, a másrészét pedig nyálkatermelésre, hogy a *Hydra* belében a táplálék ingere hogyan formál az egyikből mirigysejtet, a másikból pedig felszívó ostoros sejtet, hogy a fényinger miként alakítja az egyik sejtet a fény appercipiálására, a másikat pedig a fény elzárására, elnyelésére, hogy jelen esetünkben ugyanaz a felületi inger miként termelte ki a csalánsejtek négy féleségét. Ellenben megértjük eme szűk területek ugyanolyan irányított-ságú, ugyanabból a csiraalaphból való sejtjeinek keverékesképű

⁴ Lásd az idevágó irodalmat: GELEI: A potentia prospectiva és a differenciálódás stb. Math. és Term. tud. Közlemények XXXV. köt. 2. szám. Budapest, 1926. p. 67—112. 1 táblarajzzal; lásd a 67—69. oldalát.

különbözővé válását akkor, ha azelőbb említett HERTWIG-féle három alaptörvényt kiegészítjük egy mindenekelőtt való negyedik alaptörvénnyel: az azonos irányítotttságú (fejlődéstanilag, morphologiai és élettanilag hasonló) sejtek variabilitásával és a variabilitásból származó különböző ingerfogékonysággal.

Pótlás: Dr. GYÖRFFY ISTVÁN kartársam, kéziratom átolvasása után volt szíves felhívni figyelmemet arra, hogy a *Mohok* irodalmában az itt leírt tapasztalatokhoz hasonló jelenségek szintén ismeretesek. Ezzel kapcsolatban a következő jegyzetet juttatta kezemhez:

«A bryologiában: azonos irányítotttságú sejtek variabilitása megszokottan hangzik. A mohák oikológiai tanulmányozása alapján sok bryologus rájött arra, hogy egyik, avagy másik oikológiai faktor túlsúlyra jutásával lényeges sejti módosulások és változások állanak elő. Így *vízimohák*on egyik irányban megfigyelték, hogy ugyanannak a fajnak amaz egyedei, amelyek patakok szélén telepednek meg s időnként el-elönti őket a víz fodra, másminemű anatómiájúak, mint amaz egyedek, amelyek ugyane patak tomboló árában vagy annak vizeséseiben élnek. Az erős igénybevétel következtében a vizesésben élő alakok levél-ere és szára sokkal erősebb fejlettségű és ezzel kapcsolatban azonos szövetelemei vastagabb falúak. (L. LOESKE megfigyelései több *Hypnum*-fajon.) A *Hygroamblystegium* több fajának vízbe kerülő alakjain viszont másik irányban a levél meghosszabbodását és minden sejtjének hosszmérete gyarapodását állapította meg ugyancsak L. LOESKE (több cikkben).»

«GYÖRFFY *Molendouk*on figyelte meg, hogy a levélsejtek hosszúságát, sejtfaluk vastagságát, papillái erősebb vagy gyengébb kifejlődését irányító faktor a: fény.»

Irodalom. - Litteratur.

1. GELEI, J. (1909.). -- 1912. Tanulmányok a *Dendrocœlum lacteum* Oerstd. szövettanáról. Magyar Tud. Akad. kiad. Bpest.
2. GELEI, J., 1924. Beiträge zur Cytologie der *Hydra grisea* nebst einigen biologischen Bemerkungen. Zeitschr. f. Zell-u. Gewebelehre. (Abt. B der Zeitschr. f. wissenschaft. Biol.) Berlin. Bd. 1. Heft 4.

3. GELEI, J., 1926/a. Zur Kenntnis des Wimperapparates. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. (I. Abt. d. Zeitschr. f. d. ges. Anat.) Berlin. Bd. 81. Heft 5—6.
4. GELEI, J., 1926/b. A potentia prospectiva és a differentialódás. Math. és Term. tud. Közlem. 35. köt. 2. sz. Bpest.
5. GELEI, J., 1926/c. Új Paramæcium Szeged környékéről. Paramæcium nephridiatum nov. sp. Allattani Közlemények, 22. kötet. 3—4. füz. 1925. évf. Bpest.
6. GELEI, J. 1926—27.: Eine neue Osmium-Toluidinmethode für Protistenforschung. «Mikrokosmos» 20. Jhrg. Heft: 5.
7. GELEI, J. 1927. Das Rätsel der Nesselzellen. «Biol. Zentralblatt.» Bd. 47. Heft: 6.
8. v. GRAFF, L., 1882. Monographie der Turbellarien. I., Rhabdocœlida; Leipzig, 1882.
9. v. GRAFF, L., 1908. Turbellaria, in: Bronn, Klass. Ordn. Tierreich, 4. Bd. Vermes, Abt. I c. Turbellaria, I. Abt. Leipzig.
10. HADŽI, J., 1907. Über die Nesselzellenwanderung bei den Hydropolypen. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien 17.
11. LUTHER, Alex., 1904. Die Eumesostomina. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 77. 1. u. 2.
12. MARTIN, C. H., 1908. The nematocysts of Turbellaria, Quart. Journ. Mikrosk. Sci. (N. S.), Vol. 52. P. 2. London.
13. MARTIN, C. H., 1914. A note on the Occurrence of Nematocysts and Similar Structures in the Various Groups of the Animal Kingdom. Biol. Zentralbl. 34. Bd. Leipzig.
14. MEIXNER, J., 1923. Über die Kleptokniden von Microstomum lineare. (Müll.) Biol. Zentralbl. Bd. 43. Leipzig.
15. ROUX, W., 1881. Der Kampf der Teile im Organismus. Biol. Zentralbl. I. Jhrg.
16. SCHULZE, P., 1922/a. Der Bau und die Entladung der Penetranten von Hydra attenuata Pallas. Arch. f. Zellforsch., 16. Bd. 3. H. Leipzig.
17. SCHULZE, P., 1922/b. Biologie der Tiere Deutschlands; Lfg. 1. Tl. 3., Cnidaria; Berlin.
18. STEINMANN, P. und BRESSLAU, E., 1913. Die Strudelwürmer (Turbellaria), Monographien einheimischer Tiere, Bd. 5. Leipzig.

(A. M. T. Akadémia III. osztálya 1927. évi május hó 23-án tartott üléséből.)

BEITRÄGE ZUR BIOLOGIE DER ZELLE.

Eine biologische Studie über die Nesselzellen der *Hydra* und der
Microstomen.

Von JOSEF v. GELEI, Szeged.

Hiezu 8 Textfiguren.

Die Arbeit ist als eine Ergänzung und Erweiterung der im Biol. Zentralblatt dieses Jahres (Bd. 47) unter dem Titel: *Das Rätsel der Nesselzellen* erschienenen Mitteilung zu betrachten.

Behandelt ist die Variabilität, sowohl die individuelle, als die gruppenweise, der Nesselzellen, sowohl nach morphologischen, als hauptsächlich nach physiologischen Standpunkten. Dabei gibt Verfasser eine genaue Beschreibung einerseits der Organisation einer Nesselbatterie, anderseits der Wanderung der gefressenen Knidoblasten innerhalb der *Microstomen*. Anschließend wird auch die Veränderung jener Hautzellen der *Microstomen* näher besprochen, die von den Knidoblasten beim Vordringen in die Haut angegriffen werden.

Eine Variabilität (individuelle) der Nesselzellen äußert sich morphologisch bei den Volventes in den Größenverhältnissen bis 100%, wie das aus der Figur 4 (obere Reihe) ersichtlich ist. Zu diesem morphologischen gesellt sich eine physiologische Variabilität insoferne, daß die großen Volventes vor allem an den Fangarmen, die kleineren dagegen vorwiegend am Rumpf ihren Dienst leisten. Noch auffallender äußert sich die Variabilität darin, dass die gefressenen Nesselzellen eines und desselben Hydraorganismus eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegenüber den Verdauungsfermenten des *Microstomums* aufweisen. Fig. 5 zeigt uns, dass die grösseren Volventes bei drei *Microstomum*

arten durch und durch verdaut werden, die kleineren aber von Art zu Art des Angrifftiers sich verschieden benehmen. Bezüglich dieser letzteren, im Körper des *Microstomums* lebend gebliebenen Volventes zeigt sich eine weitere, fluktuierende Variabilität darin, daß sie verschieden lang gesund bleiben und im fremden Organismus überhaupt verschieden lang leben.

Auch bei den Haftkapseln, und zwar bei der Sorte mit gewundenem Schlauch (glutinantes streptolinei nach SCHULZE) zeigte sich eine Variabilität (und zwar eine gruppenweise), indem die Polypen aus Siebenbürgen und aus dem Balaton eine den Volventen ähnliche Knidaform mit querverlaufenden Anfangsschlingen des Schlauches aufweisen; die Szegediner dagegen dem länglichen Typus von P. SCHULZE ähnlich sind und außerdem hier die Anfangsschlingen unregelmäßig quer oder schräg gerichtet sind. Parallel mit dieser morphologischen Erscheinung steht die physiologische, daß die Haftkapseln der Polypen aus Szeged in den Microstomen ohne Ausnahme und restlos verdaut werden, in den Microstomen aus Siebenbürgen und aus dem Balaton dagegen Haftkapseln mit gewundenem Schlauch immer gefunden worden sind. Die Bedeutung dieser gruppenweisen Variabilität der Haftkapseln wird durch den Umstand außerordentlich erhöht, daß die Veränderlichkeit dieser Zellsorte von Art zu Art durch P. SCHULZE für systematische Unterschiede mit der Eigenschaft eines Schlüssels herangezogen worden ist.

Verfasser konkludiert am Schlusse seiner Arbeit dahin, daß die Differenzierung kleiner Territorien eines Organismus in verschiedenen Richtungen, wie die des Pharynx in Schleim- und Wimperzellen, die des Auges in lichtempfindlichen und lichtabsorbierenden Zellen und hier die der Nesselzellen in vier verschiedenen Richtungen nur bei Existenz einer Variabilität der gleich gerichteten Zellen und bei der damit verbundenen verschiedenen Sensibilität gegenüber Reizen verständlich ist: man muß also O. HERTWIGS drei Grundgesetze seiner Biogenesis-Theorie mit einem vierten, mit dem der Variabilität der Zellen ergänzen.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Zwei diensttätige Nesselzellen schematisch, links Penetrans, rechts Volvens.

Fig. 2. Die Organisation einer Nesselbatterie. 1—4 die vier Sorten von Nesselzellen: 1 volventes, 2 glutinans stereolineus, 3 penetrans, 4 glutinans streptolineus, 5 Wanderknidoblast, 6 Mesogloea, 7 Kern der Batteriemutterzelle.

Fig. 3. Die linke Oberseite eines *Microstomum giganteum*, fixiert nach FLEMING. 200 \times . Sämtliche Penetrantes und 9 Glutinantes streptolinei (schwarz) eingetragen.

Fig. 4. Oben die zwei Extremen der Penetrantes von *Hydra attenuata* aus Balaton; unten ebenfalls die Penetrantes aus drei Arten von *Microstomum*, die gemeinschaftlich aus dem Balaton mit den Polypen gefischt worden sind. 1000 \times .

Fig. 5. Längsschnitt aus *Microstomum giganteum* an der Ventralseite. 1500 \times . FLEMING'sche Flüssigkeit. 5 μ . Säurefuchsin-Lichtgrün. 1. Cilien, 2 Basalkörperchen, 3 Zone der Cilienwurzeln, 4 Hautmuskelschlauch, 5 Neoblasten, die sich entweder zu Myoblasten oder zu Hautzellen umwandeln, 6 Bindegewebszelle mit Reticulum (13), 7 Längsmuskelzellen, 8 Wanderknidoblast, 9 Cystenbilder, 10 Schleinzelle, 11 Bindegewebszelle, 12 Nesselzelle mit Knida in Degeneration, mit einer Cyste umgeben.

Fig. 6. Längsschnitt von der Dorsalseite eines *Microst. gig.* aus dem Balaton. FLEMING'sche Flüssigkeit. E—H nach Heidenhain. 1500 \times . 3 μ . 1 Epidermalzellen, 2 Hautmuskelschlauch, 3 Nesselzellen in Degeneration, 4 Cystenbilder, 5 Cilienbüscheln oberhalb der Nesselkapseln, 6 Nesselkapsel, 7 Myoblasten.

Fig. 7—8. Tangentialschnitte von der Haut des *Microstomum giganteum*. Grenze der Hautzellen (1); die allgemeine Punktierung zeigt die Verteilung der Basalkörperchen der normalen Cilien, die dichten Gruppen größerer Punkte (5) zeigt die geschädigten Ciliengruppen oberhalb der Knide (4). 2 intercellulare Öffnung der Schleimkanäle, 3 Grenze der Nesselzelle, 4 Nesselkapsel, 6 Kern der Hautzelle (7), die durch die Nesselzelle angegriffen ist.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. Mai 1927).

A GYÍKTÜDŐ IDEGVÉGZÖDÉSEI.

ÁBRAHÁM AMBRUS-tól.

(2 táblarajzzal.)

A tüdő idegvégződéseire vonatkozólag csak nagyon gyér adatokkal találkozunk az irodalomban. Legpontosabbak és némileg egybehangzók azok az adatok, amelyek az Anamniák tüdejére vonatkoznak. Azonban az Amnioták közül sem a Sauropsidák, sem az emlősök, sem az ember tüdejének az idegvégződései nincsenek eddig pontosan kimutatva.

A Kétéltűek tüdejének beidegzésével s ezzel kapcsolatban idegvégződéseivel is sokan foglalkoztak s az Urodélák és Anurák eltérő viszonyait nem tekintve, az egyes alosztályokban csaknem teljesen tisztázottak az idegvégződéseket illető kérdések.

Annál tökéletlenebbek a Hüllőkre vonatkozó adatok. Tudtommal WOLFF volt az első, aki a *Rana esculenta* és *Siredon pisciformis*-szal egyetemben a *Tropidonotus natrix* tüdejét is vizsgálta, azonban teljesen eredménytelenül (23). Ugyanez áll a gyíkok és teknősökre nézve is, ahol LEYDIG-től kiindulólág csak annyit tudunk, hogy a tüdőben itt-ott dúcsejthalmazok vannak (20).

A tüdőbe belépő idegek s az ezek elágazásából létrejövő fonadékok és hálózatok sokszorosan le vannak ugyan írva, azonban a végződésekre vonatkozólag semmiféle adattal nem rendelkezünk. Ezekre nézve a ma közkézen forgó szövettanok a Kétéltűek tüdejére vonatkozó adatokra utalnak s amint vizsgálati eredményeimből látni fogjuk, nem egészen helytelenül.

¹ A budapesti kir. m. Pázmány-Péter tudomány egyetem általános állattani és összehasonlító anatomiai intézetéből. Igazgató Dr. MÉHÉLY LAJOS.

Vizsgálati anyag és módszerek.

Az utóbbi időben a gyíkok párosodó szervének idegvégződéseivel foglalkoztam s idevágó vizsgálati eredményeimet megerősítendő, friss anyagon is továbbfolytattam vizsgálataimat, melyeket a gyíkoknak sok más szervére s köztük a tüdejére is kiterjesztettem.

Tekintve, hogy EßNER, OPPEL, ARNOLD és mások alapos szövet- és törzsfajlódástani vizsgálatai szerint a békák és ha ez igen, akkor a gyíkok tüdeje és az emlősöké lényegében teljesen megegyező, akkor talán a tények megállapítása után az emlősök és az ember tüdejének az idegvégeire vonatkozólag is következtetést vonhatunk.

A gyíkok közül megvizsgáltam a honi *Lacerta* közül a *Lacerta viridis* LAUR., a *L. agilis* L. és *L. taurica* PALL. nevű fajokat.

Vizsgálati módszerem a LÖWITZ-féle aranyozás mellett kizárólagosan az EHRLICH-féle methylenkéssel való vitalis festés. A módszer elég régi és az irodalomban bőségesen le van írva. EHRLICH-en kívül különösen ARNSTEIN, DOGIEL, SERGIUS MICHAÏLOW, BOTEZAT, BETHE, TRETTJAKOFF, TIMOFFEJEW s az újabbak közül BALBANOW és KYTMANOFF fáradoztak a módszer tökéletesítésén. A BOTEZAT-, illetőleg DOGIEL-től több ízben alaposan leírt eljárás fölötté egyszerű és elektív voltánál fogva idegvégződéstani vizsgálatokra rendkívül alkalmas.

Festettem a festéknek a tüdőbe vagy a testüregbe való injiciálásával, azonkívül szabadon csészében és tárgyüvegen. Az idegeket s legtöbbször végződéseiket is minden esetben sikerült megtalálnom, azonban legbiztosabban, ha injiciálással dolgoztam. Rögzítésre ammoniumpikrát telített vizes oldalát, de leggyakrabban ammonium molybdænicumot, felvilágosításra bergamottolajat és xylolt, állandósításra pedig kanadabalzsamot használtam.

Præparatumaim nagyrészt totalis készítmények, azonban paraffinba beágyazott sorozatos metszeteket is készítettem. Rajzolásához egynek kivételével mindig totalis præparatumokat használtunk, melyek kellő víztelenítés és felvilágosítás után immerziós lencsével a legtisztábban vizsgálhatók. Metszeteken érthető

okokból sohasem tudtam egészben megtalálni a később leírandó idegvégződéseket.

Ezek előrebocsátása után néhány szóval ismertetnem kell a gyiktüdő szövettani szerkezetét.

A gyikok tüdeje a békákéhoz hasonlóan két megnyúlt, orálishan tompa, caudalisan kissé kihegyesedő, aránylag vékonyfalú zacskó. A két tüdőzacskó közül a bal rendszerint valamivel hosszabb. A *L. agilis*-nél a bal tüdő 20–22 mm, a jobb 23–24 mm hosszú. Levegővel vagy rögzítő folyadékkal telten legnagyobb szélességi átmérőjük átlag 10 mm. A tüdők elülső tompa végükkel szorosan egymás mellett fekszenek és a bárzsingot fogják közre. Közvetlenül előttük a szívkamara fekszik. Farki irányban eltérnek egymástól s a májnak dorsalis vajúlatában fekszenek.

Belső felületükön különféle alakulatok vannak, melyek a bekötődőre emlékeztetnek. A tüdő falából számos vékony, 1–5 mm magas, a tüdő üregébe néző széles válaszfal áll ki. Ezeket KRAUSE elsőrendű septumoknak nevezi. (18). Ezek egymással hálószerűleg vannak összekötve és számos, a tüdő belsejébe szabadon nyíló üreget zárnak körül. Ezek az elsődleges alveolusok, amelyek alapjáról és az elsődleges septumok oldaláról ismét az előbbiekhöz hasonlóan szintén egymással hálószerűeket formáló alacsonyabb septumok, a másodlagos határfalak indulnak ki. Ezek az elsődleges alveolusokon belül számos másodlagos alveolust hoznak létre, melyek az elsődlegeseknek az üregébe nyílnak.

A másodlagos alveolusokban egészen alacsony harmadrendű septumok a másodlagos alveolusokba nyíló, harmadrendű alveolusokat alkotnak. (1. rajz.)

Az elsődleges septumok legmagasabbak és legszélesebbek a tüdőnek dorsalis, orális középvonalában, ettől két oldalra és caudalisan mind alacsonyabbá válnak, ami a tüdő lélekző felületének csökkenését vonja maga után.

A tüdő támasztószövege úgy a tüdő falában, mint az összes septumokban rostos kötőszövet, melybe sok rugalmas rost vegyül. A kötőszövetben sima izomsejtgerendák futnak. Ezek a gerendák a tüdő falában hálózatot alkotnak s innen a septumokba belépve tömegükben mindig szaporodnak. Legfejlettebb a sima izomszövet az elsődleges septumokban, amelyek, némi kevés rugalmas

rostot leszámítva, csak sima izomból állnak. Így minden egyes elsődleges alveolusnak a bejáratát sima izomgerendák veszik körül, melyeknek az összehúzódásával az alveolus nyílása csaknem teljesen elzárható.

A másodrendű septumokban is sok izomelem van, de itt az izomgerendák vékonyabbak. A harmadrendű septumok rostos kötőszövetből állnak, melybe sok rugalmas rost vegyül.

A tüdőnek izmos kötőszöveti vázán, valamint a septumokon fekszik a lélekző hajszáledényhálózat. A hajszáledények telt állapotban nagyon szélesek s főleg a septumok oldalsó részén beugranak az alveolaris lumen felé.

A septumokat és a tüdő falát lélekzőhám fedi. (1. rajz.) A hámsejtek magva mindig a hajszáledények hálószelemeiben fekszik, sohasem a hajszáledényeken és pedig úgy, hogy mindig több mag van egymás mellé szorulva. A lélekző hámsejtek közül mindegyik egy magot tartalmazó vastagabb részből áll, mely a hajszáledényhálózaton belül közvetlenül a kötőszöveti vázon fekszik, továbbá egy magvatlan, rendkívül vékony darabból, mely a hajszáledény fala fölé helyezkedik és ezt az alveolaris tértől elválasztja.

Az első- és másodrendű septumoknak az izom nagy fejlettsége miatt megvastagodott szabad szélein egyszerű csillangós hengerhám van. (9. rajz.) A hám alatt finom, sűrű rugalmas rosthálózat terül el s erre az izomréteg következik, melyet ismét kigyózzva haladó rugalmas rostok járnak át.

A vért mind a két tüdőhöz egy *arteria pulmonalis* szállítja. Az artériák a trachea két oldalán haladnak és a bronchusokkal lépnek a tüdőhilusba. Itt három-négy ágra oszlanak, melyek a ventralis tüdőfelületen futnak és oldalágakra oszlanak. Ezekből az ágakból adódik a tüdő falának és a septumoknak a véredényhálózata. Az arteriosussá vált vér kicsiny, a septumokban futó vénákba gyűl össze, melyek a tüdő falának több oldal-vénatörzsévé egyesülnek. A tüdőkapuból mind a két oldalon három-négy véna lép ki, melyek azután hamarosan a páratlan *vena pulmonalis*-szá egyesülnek.

A tüdőt a *nervus vagus* idegzi be. Két ága a trachea két oldalán halad és ennek beidegzésére számos oldalágat ad, melyek-

nek végágai a trachea falában szabadon vagy végtestek alakjában végződnek. (8. rajz.) Az egyes ágak közé sok sympathikus idegsejt van beiktatva.

A vagus ágai a tüdő felületén s finomabb elágazásai a septumokban tovább követhetők. A velőtlen és velős rostokból álló idegtörzsecskék sokszorososan oszlanak és szélesszemű hálózatot alkotnak, melyeknek a csomópontjában itt-ott sympathicus sejtek vannak. Ennyi az, amennyit KRAUSE legújabb adataiból a tüdő beidegzésére vonatkozólag tudunk s ebben, mint látjuk, csak hálózatról, de nem idegvégződésekről van szó. Ez utóbbiakra most saját vizsgálataim alapján térek rá.

Az idegvégzódések nagyon könnyen előtűntethetők a következő módon. A gyíkot chloroformmal narkotizáljuk s azután a gerincoszlop átvágásával elvéreztetjük vagy narkózis nélkül egyszerűen dekapitáljuk. Mind a két esetben fontos, hogy az állatot lehetőleg teljesen elvéreztessük. Ha ez megtörtént, a tüdőt a tracheán keresztül megtöltjük 1_{32} , 1_{16} , 1_8 vagy esetleg 1_2 %-os physiologiai konyhasóoldatos methylénkék-oldattal, de nem teljesen, hanem csak annyira, hogy az üregnek körülbelül $\frac{2}{3}$ része tartalmazzon festékoldatot. Azután a tracheát lekötjük, hogy a festék vissza ne folyjon s az így präparált állatot üvegbura alatt hagyjuk 1—4 óráig, mely idő alatt a tüdőnek a levegővel érintkező szabad felületét gyöngé (1_{16} — 1_{32} %-os) methylénkéssel vagy physiologiai konyhasóoldattal nedvesítjük. A kellő idő — tapasztalatom szerint három óra — elteltével a tüdőket a tracheával együtt kivesszük az állatból, a tüdőt felvágjuk, a festéket eltávolítjuk, a kiterített tüdőt tárgyüvegre tesszük, a visszamaradt vért gyöngé festék- vagy konyhasóoldattal lemoszuk és belső felületét kis mikroszkópi nagyítással vizsgáljuk.

Ha minden jól megy, akkor a tüdő belső felületén az idegvégtestek, a külsőn pedig a vagus-nak durvább és finomabb ágai már 5—10 perc múlva szemünkbe tűnnek. 10—20 perc, vagy legkésőbb egy óra múlva igen szépen láthatók a belső felületen az idegtörzsecskék osztódásából keletkező rostok és ezeknek a végződése, a rendkívül finom és nagyon bonyolódott szerkezetű véggomolyok. Ezek a végzódések már kis nagyítással is egészen jól látható, egyszerű véggomolyok. Egyszerűek

azért, mert alkotásukban minden esetben csak egy velőhüvelyes idegrost vesz részt.

Az egyes megvizsgált fajok idegvégződése, mint alább meglátjuk, némileg különbözők.

Ha a *L. agilis* methylénkéssel festett tüdejének a belső felületét vizsgáljuk, melynek hű képét az 1. rajz tünteti fel, nem sokkal a festés után az elsőrendű alveolaris septumokon itt-ott kisebb vagy nagyobb számmal kékre festett csomócskák tűnnek fel, melyek bizonyos idő múlva mind élesebbé válnak. Ezek a csomócskák kezdetben kis nagyítású képen azt a látszatot keltik, mintha valami kisebb kiterjedésű szemecskés sejttel vagy valami sejteleppel volna dolgunk.

Azonban rövid idő múltán megjelennek a nervus vagus végágának egyes velős rostjai, melyek az említett csomócskákkal szakadatlan összeköttetésbe lépnek. Így azután már kis nagyítással meggyőződhetünk arról, hogy itt idegvégzódésekkel van dolgunk. A végzódések hol tömegesen, de sohasem egymás közvetlen szomszédságában, hol egyesével szétszórta jelennek meg, de sok gyík-tüdőn végzett megligvelésem szerint mindig csak az elsődleges septumon és soha máshol s itt is mindig a septumokat bevonó hámszövet alatt.

A végtestek rostjainak a lefutása hosszú darabon követhető az elsődleges septumokban, nemkülönben a másod- és harmadrendű septumokon is, azonban végződés, mint már említettem, mindig, minden megvizsgált gyíkfajnál csak az elsőrendű septumokon fordul elő.

A rostoknak lefutásáról, elágazásáról és a terminalis testeknek fekvéséről az első rajz tájékoztat.

A véggomolyok magánosak vagy párosak. Az eseteknek legnagyobb részében egy idegrost mindig csak egy gomolyban végződik. Beható vizsgálataim folyamán csak egy esetben tapasztaltam, hogy egy idegrost kettős végződést alkot. Ez az 1. rajzon az egyik elsődleges septumon látható; immersiósnagyítású képét a 3. rajz tünteti fel.

Ha a végesomót erős nagyítással vizsgáljuk, azonnal arról kell meggyőződnünk, hogy itt gomolyalakú idegvégződésről van szó, melyet jól láthatóan egy velőhüvelyes idegrostnak a vég-

ágai alkotnak. Ezek a gomolyok az összes megvizsgált gyík fajok tüdejében megvannak, de megfestésük nem mindig sikerül, mert a methylenkével való festés kényes és ugyanazon külső feltételek mellett sem ad egyforma eredményt.

A gomolyok finomabb szerkezetére térve mindenekelőtt kiemelendő, hogy az elsőrendű septumok hámla alatt haladó idegrost oldalágakat bocsát. Ezek, mint a főág maga, továbbhaladnak s útközben rendkívül finom kanyarulatokat formálnak s ezeknek megfelelően átmérőjük hol vékonyabbá, hol vastagabbá válik, miközben a septumok közepe felé jutnak, ahol gomolyt alkotnak. A rostot ezen az útván velőhüvely kíséri, mely itt-ott megszakad és ezeket az üres helyeket, bár nem szabályosan ismétlődnek, RANVIER-féle befűződéseknek kell mondanunk.

A velőhüvely egyes esetekben még a gomoly belsejébe is követhető, melynek szélén teljesen megszűnik. (2. rajz.) A velőhüvely eltűnése után visszamaradó csupasz tengelyfonál továbbhalad, erősen varicosussá válik és sűrű gomolyt alkot, melynek tipikus gomoly mivolta immersió lencsével, többszörös beállítással nagyon jól látható. A gomolyt formáló varicosus rost később megoszlik, ágacskáin szintén sok csomócska látszik, amelyek néhol megnyúltak, máshol gömbalakúak. A végrostok mindig visszatérnek a gomolyba, ami azonban csak sok egymásutáni beállítással tanulmányozható, mert minden rostnak az útját külön kell követnünk. Egyszeri felületes megtekintésre a gomoly inkább a véghálózat képét mutatja. Ilyen gomoly igen sok látható a *L. agilis* tüdejében. (2. rajz.) Mivel a végtestbe csak egy velőhüvelyes rost lép be, ennek következtében egyszerű gomoly-nak kell neveznünk. Minden egyes primær alveolust körülvevő septumban egy vagy két ilyen gomolyt látunk (1., 2. rajz.)

Ezenkívül a *L. agilis* tüdejében egy más véggomolyféleséget is találtam, melyet kétfős gomoly-nak kell neveznem. (3. rajz.) Ennél egy aránylag vastag velőhüvelyes idegrost hosszabb, jól látható lefutás után elveszti velőhüvelyét s nyomban a velőhüvely megszűnte után erős megvastagodást, nagy csomót alkot. Ebből a csomóból két irányba indulnak ki rendkívül finom velőtlen rostok. Számuk mind a két oldalon 3—4. Ezek kígyózva haladnak, darabonként megvastagodnak, csomókat tüntetnek fel.

melyek nem olyanok, mint az idegrostoknál mindig látható tipikus csomócskák, hanem hosszúkásak, középtűt kiszélesedők s azt a látszatot keltik, mintha két velőtlen rost közé egy-egy idegsejt volna közbeiktatva. Hosszabb pálya után, miközben egymás alatt, egymás felett kanyarognak, visszatérnek kiindulásuk helyére, még pedig körülbelül ugyanolyan számmal, mint a kilépők s így összefüggő, zárt gomolyt alkotnak. A másik oldalon hasonlóak a viszonyok.

Ilyen végtesteket, amilyeneket most a *L. agilis* tüdejéből ismertettem, az irodalomban sokan és sok helyről írtak le, azonban tüdőből eddig még csak SMIRNOW, aki a béka tüdejében talált gomolyalakú idegvégződéseket. Azonban látni fogjuk, hogy a későbbi buvárok az ő adatait csak azzal a fenntartással fogadják el, hogy az általa véggomolyoknak mondott képződmények voltaképpen véghálózatok. Vajjon e nézet helyes-e, ahhoz nem szólhatok hozzá, mert a békatüdőt ilyen szempontból nem vizsgáltam meg elég alaposan, bár a SMIRNOW-féle állítás helyességét igazoló praeparatumot magam is készítettem, mindamellett jelenleg sem állandó készítménnyel, sem rajzzal nincs módomban a SMIRNOW-féle megállapítás helyességét támogatni. (25.)

JULIUS ARNOLD (2.) volt az első, aki a béka tüdejének izomgerendáiban sajátos gomolyalakú végződéseket talált. Szerinte a tüdőseptumokon lévő capillaris hálózatnak hurkaiban hámsejtek fekszenek és ha ezeket lemossuk, sajátos kerek vagy ovális lemezeket találunk. Ezek belseje majd finoman, majd durván szemecskézett s finom rostforma rajzolatok jellemzik, (számszerint 3 vagy 4) amelyek úgy középső, mint oldalsó részén megtalálhatók. Ezekhez a lemezekhez mindig egy sötétszélű (velőhüvelyes) rost lép, mely mihelyt a képződményt eléri, sötétszélű jellegét (velőhüvellyét) elveszti és azután szabálytalanul, hullámosan a belső rostokba látszik átmenni. A sötétszélű rost néha már jóval a belépése előtt meghalványodik, máskor még ezen belül is velősnek látszik.

ARNOLD szerint ezek a lapalakú képződmények valószínűleg idegtermészetűek, melyeknek terminalis jelentőséget lehet tulajdonítani. Idegvoltuk mellett szól a velős idegrostnak szabályos belépése és a rostoknak magában a testben való előfordulása, azonban másképp áll a dolog ezeknek a terminalis voltát illetőleg.

Folytatólagos vizsgálatok ugyanis arról győzték meg ARNOLDOT, hogy a belépő velőhüvelyes idegrost újra velőhüvellyel lép ki a testből s így a belső rostok nem lehetnek a tengelyfonál részei, hanem csak a testnek oldalredőzete.

Más esetben velőhüvelyes rostot látott a testbe belépni, mely ebből ellenkező irányban kilépett és nem messze egy másik testbe hatolt be. Máskor két velős rostot látott, melyek egymás mellett haladtak s ezek közül csak az egyik lépett be a testbe, míg a másik rost továbbfutott és a kilépő rosttal idegtörzsecskévé egyesült. Ezek után azt mondja ARNOLD, hogy a testek nem bírhatnak terminalis jelentőséggel, mivel a belépő idegrost a képződményen csak áthalad és így a látszólagos terminalis fonalakhoz semmi köze sincsen. Kétségtelen, hogy a terminalis fonalak valóban nem azok, hanem a test hüvelyének a redői.

Mivel ily módon a képződmények terminalis volta kétségesseé vált, az egészet egyszerűen műterméknek minősíti, melyet a kálium hatása, az idegrostok hajlása, a velőhüvely redőzöttsége s az idegek szétroncsolódása idézhetett elő, nemkülönben a fedőüvegnek a nyomása is közrejátszott ennek a képnek a felidézésében.

Amit ARNOLD az általa műterméknek tartott testekről mond, mindaz betűről-betűre a legpontosabban ráillik azokra az idegvégtestekre, melyeket a gyík-tüdőben találtam és már a fentebbiekben le is írtam. Én magam nagy meglepetéssel olvastam ARNOLD-nak teljesen szabatos leírását, amelyből arról győződtem meg, hogy a régi egyszerű s mai nap már megmosolygott módszerekkel mily pontos eredményekhez lehetett jutni.

ARNOLD csak abban tévedett, hogy a tüdő-septumok végtesteit műterméknek minősítette; tévedéséről SMIRNOW-nak ugyan csak a békatüdőre vonatkozó vizsgálatai (25.) is tanúskodnak.

SMIRNOW a már akkor használatos methylenkék-módszerrel a békatüdőben gomolyalakú idegvégződéseket mutatott ki, melyeket ARNOLD elméleti alapon műterméknek minősített. Szerinte a tüdő izomválaszfalain a véggomolyok úgy jönnek létre, hogy a velőhüvelyes idegrost terminalis ágakat bocsát ki, melyek finom csupasz fonalak alakjában kanyarogva haladnak, ismételtten oszlanak s végül rendkívül finom varicosus rosthálózatba mennek át. A legtöbb terminalis test kerek vagy ovális és rost-

hálózata különösen a belépő velőhüvelyes idegrostnak az antipólusán rendkívül sűrű. A velőhüvely a rostnak a gomolyba való belépésekor vagy kevéssel azelőtt tűnik el. A gomolyba még apró varicosus idegfonalak nyomulnak be, melyek a gomolyban és a gomolyon levő hajszáledényekhez tartoznak. A gomolyból gyakran idegrost lép ki, mely a szomszéd gomolyig követhető.

Ezek a gomolyokon kívül komplikáltabb végtesteket is talált a hilus környékén, ahol a gomolyok száma feltűnően nagy. A nagyobb, inkább lemezszerű végtestekbe 2—3 velős idegrost lép be. A gomolyban sejtek vannak, melyeknek a magva pikrokarminnal megfesthető. Ha a sejt finoman szemecskézett, akkor alakja szögletesnek látszik, különben nem ismerhető fel. Az említett végtestek úgy a vastagabb, mint a vékonyabb izomgerendákon fordulnak elő.

A terminalis testeken kívül a gerendák sima izomszövetének a beidegzésére szolgáló finom rosthálózatot is látott, azonban a varicosus rostoknak terminalis fejcskéiben való végződését nem sikerült észrevennie. Ezekon kívül az izomgerendákon dűcszerű képződményeket látott, melyek a sima izomhoz szolgáló velőtlen fibrillacsomóval voltak összefüggésben.

SMIRNOW továbbá a béka tüdejében a SIEGMUND MAYER-től részletesen leírt «sejtfészkek»-et is említi. (29.) Ezek a sejtfészkek különböző alakú, különböző nagyságú, kicsiny, szorosan egymás mellett fekvő, nagy, hólyagalakú maggal ellátott sejthalmazok, melyeket közös kötőszöveti tok vesz körül. A tokon belül a sejteket körülvevő hálózat látható, mely a sympathikus sejtek hálózatahoz teljesen hasonló. A fonalak egy-két kilépő rost útján valamelyik szomszéd idegtörzsecskével állnak összeköttetésben. Valószínűleg sympathikus eredetű fészkek, jelentőségük SMIRNOW szerint még mindig rejtélyes.

Ugyanabban az évben, ugyanazzal a módszerrel CUCCATI, egy olasz bűvár vizsgálja a békátüdő idegeit és a *Rana fusca*-ból véglemezeket ír le. Szerinte a velőhüvelyes rostok végágai a közép és nagyobb izomgerendákon terjednek szét, a gerendák belső felületén terminalis rostokká válnak, melyek sajátságos, hálóforma, pontozott véglemezbe mennek át. Ezek azonosak a SMIRNOW-féle véggomolyokkal. A legkisebb izomgerendákba csak tűforma, kihegyezett fonalak nyomulnak a velőhüvelyes ideg-

rostoknak egyenes oldalelágazása gyanánt. Ezek a finom idegfonalak végfejecskében, vagy egyszerű lemezkében végződnek. (23.)

SMIRNOW-nak és CUCCATI-nak egy időben ugyanazon módszerrel végzett s végeredményben megegyező vizsgálatai után MAX WOLFF foglalkozott 1902-ben a *Tropidonotus natrix* tüdejének idegvégződéseivel. (23.)

Ő a Kétéltűek közül a *Rana esculenta*-nál methylénkék-festéssel megtalálta a CUCCATI-féle véglemezeket (piastretti retiformi) és megállapította ezeknek a subepithelialis végződési módját. Mivel ilyeneket sem a *Siredon*-nál, sem a *Tropidonotus*-nál nem talált, azt hiszi, hogy ezeket érzékszerveknek kell tekintenünk, melyeknek az a feladatuk, hogy reflektoriusan közreműködjenek a tüdőzacskónak levegővel való megtöltésénél.

Ezek a végtesteken kívül intraepithelialis végeket mutatott ki, de csak a *Siredon pisciformis*-nál. Ennél az állatnál WOLFF szerint a perivascularis plexus-ból ágak erednek, melyek belépnek a hámba és a hámsejtek alapjával párhuzamosan messzire haladnak úgy, hogy összeesett tüdőnél intraepithelialis plexusról lehet szó. (23.)

OPPEL (23. p. 244.) nagy összehasonlító szövettanában maga is foglalkozik az említett három buvár (SMIRNOW, CUCCATI és WOLFF) vizsgálati eredményeivel és annak a véleményének ad kifejezést, hogy a SMIRNOW-féle «véggomoly» elnevezés helytelen, amennyiben egészen hamis képét adja a végtesteknek. Szerinte egyedül találó a CUCCATI-féle véglemez (végháló), amelyet WOLFF is megtartott s amely világosan kifejezi, hogy a békatüdő izomgerendáin nem véggomolyok, hanem végrecek vannak.

Az említett végtestek különös sejteket is tartalmaznak, melyeket SMIRNOW leírt és CUCCATI le is rajzolt, de amelyeknek szerkezetéről WOLFF semmi biztosat sem közöl.

Ezekkel az irodalmi adatokkal szemben, melyek különben nem is a Hüllők tüdejére vonatkoznak, határozottan állíthatom, hogy azok az idegvégtestek, melyeket én a gyíkok tüdejéből ki-mutattam, tipikus gomolyalakú képződmények és hogy a gomolyban a leggondosabb vizsgálat mellett sem láttam semmiféle sejtet, amely magával a végtesttel vonatkozásban állana.

A fentebb felsoroltakon kívül semmiféle irodalmi adatunk

síncs, mely az alsóbbrendű gerincesek tüdejének idegvégződéseire vonatkoznék, miért is a magasabbrendű gerinceseknek hasonló végződéseiről szóló irodalomhoz kell fordulnunk, hogy az általam előadott eredményeket kellőképpen értékelhessük.

Az Emlősök tüdejének idegvégződéseire vonatkozólag csak egyes esetekre érvényes, speciális voltukban is hiányos s így nem általánosítható ismereteink vannak, aminek fő okát bizonyára a vizsgálat rendkívüli nehézségében kell keresnünk. Tudomásom szerint az emlős tüdőben eddig idegvégtesteket nem találtak, csak egy irodalmi adatot ismerek, melyben a gyíkok tüdejében talált gomolyalakú terminalis testeknek homolog és bizonyára analog képződménye van leírva. Ezt az adatot TIŠUTKIN orosz buvárnak a munkájában (31.) találtam.

TIŠUTKIN vitalisan methylénkéssel festette a macskatüdő idegeit, nemkülönben RAMÓN Y CAJAL módszerével is próbálta őket előtűntetni. A két eljárás közül csak az elsővel tudott eredményt elérni. Ennek alapján ismerteti a tüdő idegeinek finomabb osztódását s többek között azt mondja, hogy az alveolaris járatoknál idegvégződést csak egyetlenegy præparatumon látott. Ennél egy finomabb bronchiolus falában futó idegtörzs velőhüvelyének elvesztése után széteszlott s részben ott a határoló alveolusoknak septumában sok finom ágra oszlott, melyek lefutásukban és végükön erős, lapos, szabálytalan alakú kiszélesedéseket tüntettek fel. Szerinte ez a végződés ugyanolyan faalakú idegvégtest, amilyet a nyálkahártyából már nagyon sok helyről ismerünk.

A munkát, amely csak orosz nyelven jelent meg, nem ismerem, belőle rajzokat nem láttam, azonban a referatumból arra következtetek, hogy itt ugyanolyan, de metszeten jól ki nem vehető idegvéggomolyról van szó, mint amilyeneket én a *L. agilis* tüdejének elsődleges alveolaris septumaiból leírtam. Egyébként remélem, hogy későbbi vizsgálataim folyamán tárgyilag is lesz alkalmam a kellő összehasonlítást megtehetni.

Az előrebocsátottakból kiviláglik, hogy gomolyalakú végzések a béka tüdejéből ismeretesek, én pedig a gyíktüdőben mutattam ki ilyeneket, melyek, a nagy és változó varixokat nem tekintve, semmiben sem különböznek az egész gerinces törzsben sokszor és sok helyről leírt gomolyalakú végtestektől.

E kitérés után visszatérek dolgozatom fonalához és ismertetem azokat az idegvégződéseket, melyeket a *L. viridis* és *L. taurica* tüdejében találtam.

Ugyanazokat a szövettani viszonyokat vévén tekintetbe, a *L. viridis*-nél a tüdőnek elsődleges septumaiban a lumen felőli oldalon bonyolult gomolyalakú idegvégzödések vannak. (4. és 5. rajz.) A vékony idegtörzsecskének az osztódásából keletkező idegrost, melyet, bár egész lefutásában nem vehető ki élesen, velőhüvelyesnek kell mondanunk, hosszabb úton varixokkal megpakott kanyarulatokat alkot, azután oldalágat bocsát, mely öt vagy több vékonyabb ágra oszlik. Az oldalágak azután újra dichotomikusan ágaznak szét és rendkívül bonyolult szerkezetű, egyszeri beállítással CUCCATI «piastretti retiformi»-jának látszó, valóban pedig nagyobb átmérőjű egyszerű véggomolyt alkotnak, melynek fonalais sűrű, de nem durva varicositást tüntetnek fel. (4. rajz.)

Az eredeti velős rost továbbhalad s nem sokkal az előbbi után egy másik véggomolyt alkot, amely alakra eltér az előbbi-től, de szerkezetre teljesen megegyezik vele.

A gomoly kis nagyítással erősen szemecskézett lemeznek látszik, de sejteket, amilyenekről a békatüdő hasonló végkészülékeinél SMIRNOW és CUCCATI is megemlékezik, semmiféle nagyítással nem láttam, még akkor sem, ha a methylénkéssel festett tüdőt savanyú fuchsin, eosin, orange G. vagy az ilyen esetekben oly sokat és eredménnyel használt pikrokarminnal festettem is. Egyébként rajzban SMIRNOW sem tünteti fel ezeket a sejteket, CUCCATI-nak olasznyelvű dolgozatát pedig csak referátumokból ismerem, melyek semmi idevágó rajzot nem közölnek.

Ha sejtekről beszélhetnénk, akkor a *L. agilis* tüdejében talált egyszerű kettős gomoly végrostjainak lefutásába beiktatott, megnyúlt, közepén kiszélesedő lemezeket lehetne sejteknek mondani, melyekről más helyen esett már szó az irodalomban, de a jelen esetben alapos vizsgálat után ezt is teljesen kizártnak kell tartanom.

Az 5. rajz szintén a *L. viridis* tüdejében talált viszonyokat tünteti fel. Itt egy vastagabb és egy vékonyabb idegrostot látunk egymás mellett haladni. Mind a kettő hullámosan fut, mind a kettő varicosus, a vékonyabb inkább, mint a vastagabb. A kettő közül

csak a vastagabb alkot gomolyt. A mellékrost ezzel semmikép sem függ össze.

A főrost pályájának egyik hámalatti részén oldalágat bocsát, mely sok irányban és sokszorosan oszlik és kis nagyítással erősen szemecskézett, nagy nagyítással jól kivehető, komplikált szerkezetű, szabálytalan alakú véggomolyt alkot.

Ennek a gomolynak a terminalis rostjai rendkívül vékonyak, kismértékű varicositást tüntetnek fel s a főroston hurkok alakjában haladnak át. A vastagabb rost további lefutásában, közvetlenül a primær septumokat oldalt beborító csillangós hám alatt az előbbinél jóval szabálytalanabb gomolyt alkot és ebben végződik. Ez utóbbi valószínűleg véggomoly, mert kilépő rostja nincsen, míg a *L. viridis* tüdejének más gomolyalakú végtesteinél gyakran láthatjuk, hogy a gomolyból oldalt egy rendkívül finom, erősen varicosus rost indul ki, melyet sohasem tudtam hosszabb darabon követni. Valószínűnek tartom, hogy ez a kilépő rost vagy egy másik gomolyt alkot, vagy pedig intraepithelialisán végződik.

Hasonló idegvégződésekkel találkoztam a *Lacerta taurica*-nál is. Ennek a gyík fajnak is igen sok példányát vizsgáltam meg s itt is a primær alveolaris septumokban az idegvégtesteknek mindig ugyanarra a típusra visszavezethető formáit találtam meg. A 6. rajzon világosan látható egy velőhüvelyes idegrost, amely hosszabb kanyargós út után két ágra oszlik, amelyek egyszerű laza s éppen ezért a szerkezetet élesen kitüntető gomolyt alkotnak. A rajz annyira hű, hogy minden további leírást fölöslegessé tesz.

Bonyolultabb, de végeredményben ugyanolyan viszonyokat tüntet fel a 7., szintén a *L. taurica* tüdejéből készült rajz. Itt a gomolyt egy velős idegrostnak velőtlen oldalága alkotja. Ez az oldalág, miután számos nagyobb hurkot alkot, finom fonalakba megy át, melyek az első lazább gomolyrészhez csatlakozva sűrű gomolyt formálnak, melyhez oldalt egy második fiókgomoly csatlakozik, oly módon, hogy a nagyobb gomolyból kilépő három idegfonal a nagynak közvetlen szomszédságában egy kisebb, sűrű szövésű gomolyt formál.

Ezek azok az idegvégzódések, melyeket a három megvizsgált hazai gyík fajnak a tüdejében sikerült kimutatnom, mely

adataimat még azzal egészíthetem ki, hogy a *L. agilis* tracheájában szintén tipikus, egyszerű idegvéggomolyokat láttam, melyek közül egyiknek hű képét a 8. rajz tünteti fel. Ezen látjuk, hogy a velős idegrost két, szintén velőhüvelyes rostra oszlik, melyek a trachea mucosa-jának lamina propriá-jában haladnak. Az egyik igen messzire követhető, a nélkül, hogy terminalis végződésbe menne át, a másik ág ellenben hosszabb kanyargós út után rendkívül tisztán és élesen látható zárt véggomolyban végződik. Ilyen gomolyalakú idegvégződés az emlősoknél sok helyről le van írva, azonban az Amphibiák és Sauropsidáknál a mondott helyről tudtommal még nem mutattak ki ilyeneket.

Az idegrost a gomolyba való belépése után még egy kis darabon megtartja velőhüveljét, azután csupasszá válik, kettéoszlik és ezekből s ezeknek a későbbi osztódása révén keletkező ágakból jön létre a gomoly. A végrostok varicosusak, a varixok általában kicsinyek, csak a peripherián találkozunk nagyobb csomócskákkal. A rajz mindenkit meggyőzhet, hogy teljesen olyan végtessel van dolgunk, mint amilyeneket a tüdőseptumokból leírtam s ennek alapján a megvizsgált három hazai gyík fajnak a tüdejében talált terminalis testeket teljes megnyugvással mondhatom véggomolyoknak.

Miután így tudomásom szerint elsőnek kimutattam, hogy a gyíkok tüdejében ideg-végtestek vannak s hogy ezek mindig csak az elsődleges septumokban fordulnak elő, még arra a kérdésre óhajtanék felelni, hogy miben állhat e végtestek élettani feladata?

Tekintve azt, hogy ezeket mindig csak az elsődleges alveolaris septumokban találjuk, amelyek túlnyomólag síma izomból állnak, azt gondolhatnók, hogy motorius idegvégzódésekkel van dolgunk. Ennek azonban ellentmond a mozgató végzódésekre vonatkozó minden eddigi ismeretünk, másodsorban pedig az a körülmény, hogy a végtestek, amelyek alakra nézve is csak érzőknek mondhatók, sohasem az izomban, hanem az izom és a hám közötti kötőszövetben terülnek el. Ellene mond továbbá ennek a feltevésnek az a tény is, hogy az említett idegvégzódések a trachea mucosa-jában is előfordulnak, ahol csak érző természetűek lehetnek.

Mindezeknek a körülményeknek a megfontolásával azt kell mondanunk, hogy itt érző idegvégtestekkel van dolgunk, melyek a tüdő összes alveolusainak levegővel való megtöltése és kiürítésével kapcsolatban reflektoriusan működnek. A septumok izomzatának az összehúzódását és elernyedését más, mozgató idegvégék kormányozzák, amelyeket CUCCATI és WOLFF észlelt is a békánál, én azonban nem láttam ilyeneket. Vékony fonalakat, melyek a síma izomban idegfonadékokat formálnak, magam is úgy totalis, mint metszetpräparatumaimon észrevettem, azonban ezeknek a finom idegfonalaknak a síma izomszövetre jellemző, gömbszerű terminalis végei sohasem kerültek szemem elé, amivel természetesen nem akarom az említett észleletek helyességét kétségbevonni.

A leírt terminalis testeken kívül néhány esetben sorozatos metszeteken intraepithelialis idegvégződéseket is sikerült láthatnom, még pedig csak az elsődleges alveolaris septumoknak csilangós hámlásában. A talált viszonyokat a 9. rajz tünteti fel. Ezen egy primær septum izomzatán futó velőhüvelyes idegrostot látunk, mely villásan két ágra oszlik. Az egyik ága a velőhüvely elvesztése után egy véresejtsoporthoz vonul, ezt az ágat vasomotoriusnak kell tartanunk. A másik a hám alatt elágazik, majd pedig a hámra lép be és itt lapátalakúan végződik a hámsejtek között. A lapátalakú vég szemecskézett. A végződés alakja szokatlan, de nem új, mert ehhez hasonló intraepithelialis végződéseket már BETHE a béka szájpapllásának a nyálkahártyájából írt le. (6.)

Összefoglalás.

A gyiktüdő idegvégződéseire vonatkozó vizsgálati eredményeimet a következőkben foglalhatom össze.

1. A tüdőnek az elsődleges alveolaris septumaiban subepithelialis egyszerű gomolyalakú idegvégzódések vannak, melyek a különböző fajknál kissé eltérők, de az eltérések nem oly mélyrehatóak, hogy faji kritériumnak válnának be.

2. A gomolyokat a *nervus vagus* végágainak ama velőhüvelyes idegrostjai alkotják, melyeknek velőhüvelye vagy a gomoly szélén, vagy a gomoly kezdő darabján teljesen megszűnik.

3. Valamint a magasabbrendű gerinceseknél, úgy a gyík légzőcsövében is gomolyalakú végtestek vannak.

4. A gomolyalakú végtestek érző természetűek s mint ilyenek, a tüdőalveolusoknak levegővel való megtöltését és kiürítését szabályozzák.

5. Intraepithelialis végződések a primær septumokat behorító egyrétegű csillangós hámban vannak.

Irodalom.

1. ARNOLD JULIUS: Vorläufige Mittheilung über das Epithel der Lungenalveolen. Virchows Archiv. Bd. 27. p. 396. 1863.

2. ARNOLD JULIUS: Zur Histologie der Lunge. Virchows Archiv. Bd. 28. p. 433. 1863.

3. ARNOLD JULIUS: Ueber die feineren histologische Verhältnisse der Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches. Virchows Archiv. Bd. 32. p. 1. 1865.

4. ARNSTEIN: Die Methylenblaufärbung als histologische Methode. Anat. Anz. 1887. Heft 5.

5. BALBANOW LEO: Über die Untersuchung der Nervenfasern und Zellen mittelst Färbung derselben mit Methylenblau. Zeitschr. für Zellforschung und mikroskopische Anatomie. Bd. 3. p. 56. 1925.

6. BETHE: Die Nervenendigungen im Gaumen und in der Zunge des Frosches. Arch. für mikr. Anat. Bd. 44. p. 185. 1895.

7. BETHE: Studien über das Centralnervensystem von Carcinus Maenas nebst Angaben über ein neues Verfahren der Methylenblaufixation. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44. p. 579. 1895.

8. BOTEZAT E.: Die Nervenendapparate in den Mundteilen der Vögel und die einheitliche Endigungsweise der peripheren Nerven bei den Wirbeltieren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 84. p. 205. 1906.

9. HOFFMANN in: BRONN Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Reptilia 2. p. 1035.

10. DOGIEL A. S.: Die Retina der Vögel. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44. p. 622. 1895.

11. DOGIEL A. S.: Nervenendigungen im Lidrande und in der Conjunctiva palpebr. des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44. p. 15. 1895.

12. DOGIEL A. S.: Über die Nervenendigungen in Geschmacks-Endknospen der Ganoideen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 49. p. 769.

13. DOGIEL A. S.: Die Nerven der Lymphgefäße. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 49. p. 791.

14. DOGIEL A. S.: Die Nervenendigungen im Bauchfell, in den Sehnen,

den Muskelspindeln und dem Centrum tendineum des Diaphragmas beim Menschen und bei Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 59. p. 1. 1902.

15. DOGIEL A. S.: Nervenendigungen in der Pleura des Menschen und der Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 62. p. 244. 1903.

16. EBERTH C. J.: Ueber den feineren Bau der Lunge. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 12. p. 427. 1863.

17. KOELLIKER: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1902.

18. KRAUSE R.: Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen. II. Vögel und Reptilien. Berlin 1922.

19. KYTMANOFF K. A.: Ueber die Nervenendigungen in den Lymphgefäßen der Säugethiere. Anat. Anz. Bd. 19. p. 369. 1901.

20. LEYDIG: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857.

21. LEYDIG: Endorgane der Nerven bei Batrachiern. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12. 1876.

22. MICHAILOW SERGIUS: Ein neuer Typus von eingekapselten sensiblen Nervenendapparaten. Anat. Anz. Bd. 31. p. 81.

23. OPPEL A.: Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. Sechster Teil. Atmungsapparat. Jena, 1905.

24. PONZIO F.: Le terminazioni nervose nel polmone. Con una tavola. Anat. Anz. Bd. 28. p. 74. 1906.

25. SMIRNOW ALEXIS: Über die Nervenendknäuel in der Froschlunge. Anat. Anz. Bd. 5. p. 258. 1888.

26. SMIRNOW ALEXIS: Struktur der Nervenzellen im Sympathicus der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 35. p. 407. 1890.

27. SMIRNOW ALEXIS: Zur Frage von der Endigung der motorischen Nerven in den Herzmuskeln der Wirbeltiere. Anat. Anz. Bd. 18. p. 105. 1900.

28. SMIRNOW ALEXIS: Die weisse Augenhaut (Selera) als Stelle der sensiblen Nervenendigungen. Anat. Anz. Bd. 18. p. 16. 1900.

29. STRICKER: Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. Leipzig 1871. Bd. 1. p. 483.

30. TIMOFEJEV: Über die Nervenendigungen im Bauchfelle und in dem Diaphragma der Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 59. p. 629. 1902.

31. TIŠUTKIN N. P.: Über die Nerven der Lunge. Verh. Ges. russ. Ärzte St. Petersburg, 1905. — Jahresberichte. Neue Folge 11. 3. Abt. p. 493. 1907.

32. WENTZLAFF A.: Untersuchungen über die Vitalfärbung an Froschlungen. Zeitschr. für Zellen- und Gewebelehre, Bd. 1. p. 562. 1924.

33. WUNDERER HANS: Über Terminalkörperchen der Anamnioten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 71. p. 504. 1908.

A rajzok magyarázata.

1. A *Lacerta agilis* L. methylen kékkel vitálisan festett tüdőrészelete. Habituskép. Az elsődleges, másodlagos és harmadlagos alveolusok a megfelelő septumokkal. Egyszerű idegvéggomolyok az elsődleges alveolaris septumokon az alkotó idegrostokkal. Nagyítás: Reichert obj. 3., comp. oc. 4., tubus egészen kihúzva.

2. Egyszerű véggomoly a *L. agilis* tüdejének egyik elsődleges alveolaris septumából. Nagyítás: Reichert obj. hom. imm. $\frac{1}{12}$, comp. oc. 4., tubus félig kihúzva.

3. Kettős egyszerű véggomoly a *Lacerta agilis* tüdejének elsődleges alveolaris septumából. Nagyítás: Reichert obj. hom. imm. $\frac{1}{12}$ comp. oc. 4., tubus félig kihúzva.

4. Egyszerű véggomolyok a *Lacerta viridis* LAUR. tüdejének elsődleges alveolaris septumából. Nagyítás: Reichert obj. hom. imm. $\frac{1}{12}$, comp. oc. 4., tubus félig kihúzva.

5. Két bonyolult, egyszerű véggomolyt alkotó idegrost a vele párhuzamosan haladó kísérő rosttal a *Lacerta viridis* tüdejének egyik elsődleges alveolaris septumából. Nagyítás: Reich. obj. hom. imm. $\frac{1}{12}$, comp. oc. 4., tubus félig kihúzva.

6. Egyszerű, laza véggomoly a *Lacerta taurica* PALL. tüdejének elsődleges alveolaris septumából. Nagyítás: Reichert obj. hom. imm. $\frac{1}{12}$, comp. oc. 4., tubus félig kihúzva.

7. Egyszerű sűrű véggomoly a *Lacerta taurica* PALL. tüdejének primær alveolaris septumából. Nagyítás: Reichert hom. imm. $\frac{1}{12}$, comp. oc. 4., tubus félig kihúzva.

8. Véggomoly a *L. agilis* tracheájának nyálkahártyájából. Nagyítás: Reichert obj. hom. imm. $\frac{1}{12}$, comp. oc. 4., tubus félig kihúzva.

9. Részlet a *L. agilis* tüdejének egyik primær septumából a benne haladó velőhüvelyes rosttal, melynek egyik ága kettősen intraepithelialisan, a másik a vérsejtek körül szabadon végződik.

DIE NERVENENDIGUNGEN DER EIDECHSENLUNGE.

Von AMBROSIOUS ÁBRAHÁM.

Über die Nervenendigungen der Eidechsenlunge besitzt die Literatur keine Angaben. Die bekannten histologischen Handbücher weisen einfach auf die Lunge der Amphibien hin. Eben deshalb habe ich die Lunge und die Trachee von drei einheimischen Eidechsenarten, nämlich *L. viridis* LAUR., *L. agilis* L. und *L. taurica* PALL. von diesem Gesichtspunkte aus untersucht und kam zu folgenden Ergebnissen:

1. In den primären alveolären Septen der Lunge sind subepitheliale, einfache knäuelartige Nervenendigungen, die bei den einzelnen Arten etwas verschieden sind. Diese Unterschiede sind jedoch nicht so tiefgreifend, dass sie zur Unterscheidung der Arten dienen könnten.

2. Die Knäuel werden von den markhaltigen Nervenfasern des Nervus vagus gebildet, dessen Markscheide entweder am Rande des Knäuels, oder am Anfangsteil desselben völlig verschwindet.

3. Wie bei den höheren Wirbeltieren, so sind auch in der Luftröhre der Eidechsen knäueelförmige Endkörperchen vorhanden.

4. Die knäuelartigen Endigungen sind sensibler Natur und als solche regeln sie die Füllung und Entleerung der Lungenbläschen.

5. Intraepitheliale Endigungen befinden sich in dem, die primären Septen bedeckenden Flimmerepithel.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Okt. 1926.)

A FOLYADÉK ÉS GÖZE KÖZÖTT FELLÉPŐ FOLYTONOS ÁTMENET ÉS A FÉNYVISSZAVERŐDÉS ELLIPTICITÁSI EGYÜTTHATÓJA.

Ifj. LADOMÉRI SZMERTNIK ISTVÁN-tól.

1. Bevezetés.

A folyadékok felszínére a polározás szöglete alatt beeső síkban poláros fény a visszaverődés után általában ellipszisben polárossá válik. A BREWSTER-törvénytől való ez az eltérés mértéke az ellipticitási együttható, mely a 45° azimutban lineárpolaros, a polározás szöglete alatt beeső fény mellett visszaverődött fény vektorellipszisének tengelyviszonya. A. C. VAN RYN VAN ALKEMADE,¹ DRUDE² és MAC LAURIN³ szerint ez a jelenség az elektromágneses fényelmélettel akkor hozható összhangba, ha a folyadék és gőz között átmeneti réteget tételezünk fel. Ez esetben az ellipticitási együttható:

$$\eta = \frac{\pi}{\lambda} \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \int_0^h \frac{(\varepsilon - \varepsilon_1)(\varepsilon - \varepsilon_2)}{\varepsilon} dz. \quad (1)$$

Itt ε_1 a gőz, ε_2 a folyadék, ε a folytonos átmenet valamely elemi rétegének dielektromos állandója; z a felszínnek a folyadék felé irányuló normálisa, λ a fény hullámhossza. Az integrál kiterjed az egész átmeneti rétegre (h a réteg vastagsága). Sokáig az átmeneti réteg létezését szennyeződésnek tulajdonították, míg

¹ A. C. VAN RYN VAN ALKEMADE: Wied. Ann. 20 22. 1883.

² P. DRUDE: Wied. Ann. 43 126. 1891.

³ R. C. MAC LAURIN: Proc. Roy. Soc. (A) 76 49. 1905.

vége RYBÁR ISTVÁN¹ vizsgálataiból kitűnt, hogy az ellipticitási együttható a folyadék hőmérsékletével összefügg. Kísérleti alapon kimutatta, hogy egyrészt a folyadék ellipticitási együtthatója, másrészt a folyadék anyagi minősége és termikus állapota között összefüggésnek kell fennállnia; egyben jelezte, hogy e kapcsolat megállapítása a következő feladat.

Hálásan köszönöm meg e helyen is RYBÁR ISTVÁN egyetemi tanár úrnak, hogy e problémát velem közölte, a megoldás alapgondolatát és irányelveit megadta, továbbá nagyértékű tapasztalataival és a gyakorlati fizikai intézet anyagi erőivel a legnagyobb jóakarattal támogatott. Köszönettel tartozom még CSÁSZÁR ELEMÉR egyetemi magántanár úrnak, ki szintén értékes tanácsokkal segített.

Minthogy a CLAUSIUS — MOSOTTI-tételt figyelembevéve, az (1) szerint az η az átmeneti rétegben uralkodó sűrűségi viszonyoknak a függvénye, a dolgozat tárgya e sűrűségi eloszlást a saját gőzével érintkező folyadék esetében a *kinetikus elmélet* segítségével megvilágítani.

Mivel a koháziós erő törvényszerűségei csaknem teljesen ismeretlenek, első közelítésben azt csupán mint a molekulák rezgő mozgásának okozóját tekintjük, s annak változását a felszínhez való közeledéskor számításra kívül hagyjuk. Így tehát az alább közlendő elmélet csupán közelítő s lehetséges, hogy a koházió változása szintén hozzájárul a folytonos átmenet kialakulásához.

Az utóbbi időben G. BAKKER számos összefüggést állapított meg a felszíni feszültség és a VAN DER WAALS által már régebben feltételezett átmeneti réteg vastagsága között. Mivel azonban ő a felszíni feszültség eredetét a koháziós nyomásban látta, míg MADELUNG, BORN és COURANT kutatásai szerint a felszíni feszültség változására jelentékeny befolyással van a molekulák rezgő mozgása, mindenesetre rendkívül értékes eredményei nem tekinthetők a probléma végleges megoldásának.

¹ RYBÁR I.: Math. és Természettud. Ért. XXXVIII. 99—112. 1921.

2. A folytonos átmenet keletkezése.

A kondenzált halmazállapot mellett DEBYE, BORN, KÁRMÁN és mások kutatásai szerint a molekulák, illetőleg atomok rezgő mozgást végeznek.

A folytonos átmenet képződése úgy képzelhető el, hogy az eredetileg a sztatikus állapotnak megfelelően homogén sűrűséggel, tehát diszkontinuus átmenettel elhelyezkedett a folyadékhoz tartozó molekulák e helyzeteik körül rezegni kezdenek. Így az előbb diszkontinuus határfelületen is részben átlépnek, aminek eredményeképpen az átmenet folytonossá válik. Az alábbiakban *feltesszük, hogy az egyensúlyi helyzetek eloszlása, dacára annak, hogy egymásközötti távolságuk a hőmérséklettel növekszik, továbbra is egyenletes marad.* Lehetséges azonban, hogy a koháziós erők hatására ez nem lesz így. Erre csupán az esetben volna válasz adható, ha a koházió törvényszerűségeit ismernők.

A folyadékból származó molekulák egyensúlyi helyzetei által betöltött teret nevezzük a továbbiakban folyadéktérnek, és koordináta-rendszerünk XY síkjául ennek a térnek határfelületét választjuk, Z tengelynek pedig a felszínnek a folyadéktér felé irányuló normálisát.

3. A sűrűség fogalma mozgó molekulák esetében.

Mozgó molekulákból álló rendszernél a sűrűség *egy elemi térfogatban helyet foglaló molekulák tömege időbeli középértékének és ez elemi térfogatnak a hányadosa.* Legyen a dV elemi térfogatban helyet foglaló molekulák száma a δt_1 intervallumban állandóan $d\nu_1$, a δt_2 -ben $d\nu_2$ és így tovább; akkor, ha M a molekula tömege, a sűrűség:

$$\rho = \frac{\sum d\nu_i \delta t_i}{dV \sum \delta t_i} M. \quad (2)$$

Ha

$$\sum \delta t_i = 1, \quad (3)$$

(ami az általánosságon nem változtat):

$$\rho = M \cdot \frac{\sum d\nu_i \delta t_i}{dV}. \quad (4)$$

Mint hogy a $\sum v_i \delta t_i$ nem egyéb, mint amaz időtartamok összege, melyeket a molekulák a térfogatelemben töltöttek a $t=0$ -tól a $t=1$ időpillanatig, a δt -ket össze csoportosítva, nyerjük, hogy a sűrűség:

$$\rho = M \cdot N \cdot \frac{\bar{dt}}{dv}, \quad (5)$$

hol N a térfogatelemben az időegység alatt megforduló molekulák száma, (ha egy molekula többször lép be, többnek számít), \bar{dt} pedig ezek átlagos benn tartózkodási időtartama.

A jelen probléma esetében igen alkalmas alakja az elemi térfogatnak a felszínnel párhuzamos egységnyi felületű differenciális vastagságú elemi réteg. Ez esetben az N értéke egyenlő a felszínnel párhuzamos felületegységen át az időegység alatt minden irányban áthaladó molekulák számával (n), mint hogy ezek mind megfordulnak egyszer az elemi rétegben. Azoknak a száma, melyek a réteg végtelen kis magasságú palástján lépnek be, az előzőkhöz képest I. rendűen végtelen kicsiny, ugyancsak elhanyagolható azoknak a száma is, melyek bennmaradnak állandóan az elemi rétegben, mivel ezek mozgási irányait határoló térszög végtelen kicsiny. A \bar{dt} időtartam, ha c a molekulák átlagos sebességi komponense a z tengely irányában (természetesen abszolút értékben) és dz a réteg vastagsága, akkor

$$\bar{dt} = \frac{dz}{c} : \quad (6)$$

mivel ez esetben

$$dv = 1 \cdot dz, \quad (6a)$$

tehát

$$\rho = M \cdot \frac{n}{c}. \quad (7)$$

Itt megjegyezzük még, hogy ha nyugvó molekulák vannak, akkor

$$N = dv, \quad (8)$$

és

$$\bar{dt} = 1, \quad (9)$$

tehát a sűrűség

$$\rho = \frac{dv}{dv} \cdot M, \quad (10)$$

azaz az (5) a sztatikus állapotot is magában foglalja.

4. A sűrűség a folytonos átmenetben.

BAKKER¹ nyomán feltesszük, hogy a folytonos átmenet keletkezése térfogat- és tömegváltozás nélkül megy végbe. Ha tehát valamely z helyen levő $1 \cdot dz$ térfogatú elemi rétegben $d\nu_1(z)$ a gőzből, $d\nu_2(z)$ a folyadékból származó molekulák száma, akkor

$$d\nu_1(z) \cdot \frac{M}{\rho_{göz}} + d\nu_2(z) \cdot \frac{M}{\rho_{foly}} = 1 \cdot dz; \quad (11)$$

hol $\rho_{göz}$, illetőleg ρ_{foly} a sűrűséget jelenti a felszíntől elég távol a gőzben, illetőleg a folyadékban. Vezessük be a következő jelöléseket:

$$\text{és} \quad \left. \begin{aligned} \frac{d\nu_1(z)}{dz} \cdot M &= \varrho_1(z) \\ \frac{d\nu_2(z)}{dz} \cdot M &= \varrho_2(z) \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$\varrho_1(z)$ jelenti tehát a z helyen a gőzeredetű, $\varrho_2(z)$ pedig a folyadékeredetű molekuláktól eredő sűrűséget.

(11) és (12) szerint tehát

$$\frac{\varrho_1(z)}{\rho_{göz}} + \frac{\varrho_2(z)}{\rho_{foly}} = 1. \quad (13)$$

$\varrho_1(z)$ és $\varrho_2(z)$ értelmezése alapján a z helyen a sűrűség:

$$\varrho(z) = \varrho_1(z) + \varrho_2(z), \quad (14)$$

(13) és (14) szerint

$$\varrho(z) = \rho_{göz} + (\rho_{foly} - \rho_{göz}) \cdot \frac{\varrho_2(z)}{\rho_{foly}}. \quad (15)$$

A (7) szerint

$$\varrho_2(z) = \frac{n_2(z)}{c} \cdot M, \quad (16)$$

hol $n_2(z)$ a felszínnel párhuzamos felületegységen az időegység alatt minden irányban áthaladó *folyadékeredetű* molekulák száma. A továbbiakban feltételezzük, hogy a folyadékeredetű molekulák bárhol található elég nagy csoportjára nézve a c középsebesség ugyanakkora. Ez esetben, mivel

¹ G. BAKKER: Ann. d. Phys. IV. 54 255. 1917.

$$\varrho_{\text{foly}} = \frac{n_2(\infty)}{c} \cdot M, \quad (16a)$$

$$\varrho(z) = \varrho_{\text{gőz}} + (\varrho_{\text{foly}} - \varrho_{\text{gőz}}) \frac{n_2(z)}{n_2(\infty)}. \quad (17)$$

Meghatározandó tehát az $\frac{n_2(z)}{n_2(\infty)}$ hányados.

5. Az $n_2(z)$ meghatározása.

Az előzők szerint a rezgő mozgást végző folyadékból származó molekulák egyensúlyi helyzetei a «folyadékteret» egyenletesen töltik ki. A térfogategységben foglalt egyensúlyi helyzeteken az időegység alatt \mathfrak{N} számú molekula halad át. (Ha egy molekula többször teszi ezt, akkor többnek számít.) Feltesszük az alábbiakban, hogy ez az \mathfrak{N} szám a helytől független.

Keressük az $n_2(z_0)$ értékét a z_0 helyzetű elemi vastagságú rétegben. A számítások egyszerűsítése céljából oly hengeres folyadékoszloppal számítunk, melynek egységnyi keresztmetszete van. Minthogy a molekulák rezgési amplitúdója egy-két $\mu\mu$, e felületet végtelen nagynak lehet tekinteni.

A z_0 helyzetű réteggel parallel felvett másik z -helyzetű $1 \times dz$ térfogatú rétegben levő egyensúlyi helyzeteken az időegység alatt

$$\mathfrak{N} dz \quad (18)$$

számú molekula halad át. Ezek közül a z_0 helyzetű rétegig eljut s azon át is halad

$$\frac{\mathfrak{N}}{2} dz \psi(z, z_0) \quad (19)$$

számú molekula, (hol $\psi(z, z_0)$ egy később meghatározandó valószínűségi függvény), mivel a stationárius állapot miatt a molekuláknak csupán fele halad a vizsgált réteg felé. Mivel rezgő mozgásról van szó, minden molekula kétszer halad át az elemi rétegen: egyszer az egyensúlyi helyzetétől távolodva, egyszer közeledve. Így a z helyzetű rétegből származó része az $n_2(z_0)$ -nak:

$$dn_2(z_0) = \mathfrak{N} \cdot \psi(z, z_0) dz. \quad (20)$$

Az alábbiakban feltesszük, hogy annak a valószínűsége, hogy egy rétegből a másikba eljusson egy molekula, csupán a két réteg legrövidebb távolságának abszolút értékétől függ, tehát

$$\psi(z, z_0) = \psi(z - z_0). \quad (21)$$

Az egész folyadéktérből a z_0 helyzetű rétegbe eljut

$$n_2(z_0) = N \int_0^{\infty} \psi(z - z_0) dz, \quad (22)$$

számú molekula.

A

$$z - z_0 = \zeta$$

helyettesítéssel:

$$n_2(z_0) = N \int_{-z_0}^{\infty} \psi(\zeta) d\zeta. \quad (23)$$

A

$$\varphi(z_0) = \int_{-z_0}^{\infty} \psi(\zeta) d\zeta \quad (24)$$

helyettesítéssel a (17) szerint

$$\varphi(z_0) = \rho_{\text{gőz}} + (\rho_{\text{foly}} - \rho_{\text{gőz}}) \cdot \frac{\varphi(z_0)}{\varphi(\infty)}. \quad (25)$$

Ha ama molekulák számának az összeshez való viszonya, melyek z irányú amplitudó-komponense ζ és $\zeta + d\zeta$ közé esik:

$$f(\zeta) d\zeta, \quad (26)$$

akkor

$$\psi(\zeta) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\zeta) d\zeta, \quad (27)$$

mivel az egyik rétegből a másikba eljut minden molekula, melynek amplitudó-komponense nagyobb, mint a két réteg egymástól való távolsága.

A (22), (23), (24) és (27)-ben szereplő integrálok határa azért lehet ∞ , mivel az integrálandó függvények oly gyorsan fogynak, hogy az $z = 1 - 2$ mm-en túli része a folyadéktérnek már a végtelenben levőnek tekinthető.

Sikerült tehát az átmeneti réteg sűrűség-problémáját többkevesebb közelítéssel: a molekulák mozgására jellemző egy függvényre visszavezetni.

Ez a gondolatmenet nemcsak folyadékokra, hanem szilárd

anyagokra is alkalmazható. Azonban itt az atomok rezgési amplitudója igen kicsiny (az atomtávolságnak körülbelül $1/10$ -e,¹ az ellipticitási együtthatónak tehát csak igen csekély értéke várható, mint azt DRUDE² konyhasó- és mészpátkristályon kísérletileg is kimutatta.

6. Az $f(\zeta)$ meghatározása.

A folyadékok és gázok thermodynamikájában, különösen a magas kritikus temperaturájú anyagokra nézve a klasszikus statisztikus mechanika alapján a tapasztalattal jól egyező eredményekre juthatunk. Ezért az alábbiakban a klasszikus statisztikus mechanikát fogjuk alkalmazni.

Az előzők szerint a molekulák sokaságát, mint egy három szabadsági fokkal (ξ, η, ζ) rezgő oszcillátor-rendszert képzeljük. A három egymástól független rezgési összetevő közül bennünket csupán a z irányú érdekel. Ez a (ζ) komponens szempontjából a rendszer már mint egy szabadsági fokkal bíró oszcillátorok sokasága kezelhető.

Lineáris oszcillátorokból álló rendszer esetében a klasszikus statisztikus mechanika szerint az U és $U+dU$ közé eső energiával bíró oszcillátorok számának az összeshez való viszonya:

$$\frac{1}{kT} \cdot e^{-\frac{U}{kT}} dU, \quad (28)$$

hol k a BOLTZMANN-féle állandó, T az abszolút hőmérséklet.

Egy ζ amplitudójú ν frekvenciájú M tömegű oszcillátor esetében a (28)-at átalakítva azt nyerjük, hogy a ζ és $\zeta+d\zeta$ közé eső amplitudóval bíró oszcillátorok számának az összeshez való viszonya:

$$f(\zeta) d\zeta = \frac{1}{kT} \cdot 4\pi^2 \nu^2 M \zeta d\zeta e^{-\frac{2\pi^2 \nu^2 M}{kT} \zeta^2}. \quad (29)$$

Az

$$a = \frac{2\pi^2 \nu^2 M}{kT} \quad (30)$$

helyettesítéssel

$$f(\zeta) = 2a \zeta e^{-a\zeta^2}. \quad (31)$$

¹ GRÜNEISEN: Ann. d. Phys. 39 298. 1912.

² P. DRUDE: „ „ 36 532. 1889. és 38. 265. 1889.

Valószínű, hogy nem rezeg minden molekula ugyanazzal a frekvenciával; azonban a további tárgyalások egyszerűsítése céljából a rendszerrel, mint egy közepes ν frekvenciájú monochromatikus oszcillátorrendszerrel számolunk.

Ezt a közepes frekvenciát A. EINSTEIN¹ nyomán dimenzió-megfontolással határozhatjuk meg. Feltéve, hogy a ν függvénye a molekuláris felszíni energiának (γ -nak), a molekulák tömegének (M -nek) és a molekulák közepes távolságának (r -nek), akkor a

$$\nu = c \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{M \cdot r^2}} \quad (32)$$

mivel ez az egyedüli kifejezés, mely az említett három mennyiségből alakítható sec^{-1} dimenzióval; c egy dimenzió nélküli szám. Ennek nagyságrendjét meghatározhatjuk, úgy hogy a felszínt egy súlytalan rugalmas hártával helyettesítve kiszámítjuk az ehhez a hártához kötött molekula rezgésszámát. A számításokat elvégezve azt találjuk, hogy ez esetben

$$\nu = \frac{1}{2\sqrt{\pi}L^{1/3}} \sqrt{\frac{\gamma}{Mr^2}} \quad (33)$$

hol L a LOSCHMIDT-féle szám: $6.06 \cdot 10^{23}$.

Az EÖTVÖS-törvény RAMSAY—SHIELDS-féle módosítása szerint

$$\gamma = d \cdot (T_k - T - \tau), \quad (34)$$

hol d az EÖTVÖS-állandó, T_k a kritikus, τ a RAMSAY—SHIELDS-féle korrekciós temperatura. Így tehát a (30), (32) és (34) szerint

$$\alpha = a \frac{T_k - T - \tau}{T} \cdot \frac{1}{r^2}, \quad (35)$$

hol

$$a = \frac{2\pi^2 c^2 d}{k}. \quad (36)$$

A megfelelő hőmérsékleteket bevezetve:

$$\vartheta = \frac{T}{T_k} \quad \text{és} \quad J = \frac{\tau}{T_k}, \quad (37)$$

¹ A. EINSTEIN: Ann. d. Phys. 35 688. 1911.

helyettesítéssel

$$a = a \frac{1 - \vartheta - A}{\vartheta} \cdot \frac{1}{r^2}. \quad (38)$$

(31) és (38) szerint végül

$$f(\xi) = 2a \frac{1 - \vartheta - A}{\vartheta} \cdot \frac{\xi}{r^2} \cdot e^{-a \frac{1 - \vartheta - A}{\vartheta} \cdot \frac{\xi^2}{r^2}}, \quad (39)$$

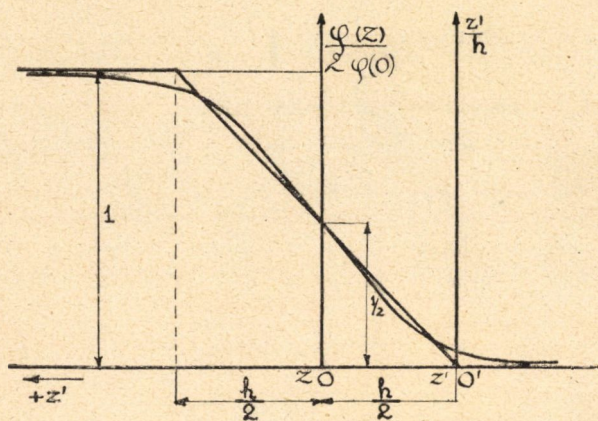
ami a megfelelezések elvével összhangban áll.

Miután ismerjük az $f(\xi)$ függvényt, a (39), illetőleg (31), (27), (24) és (25) szerint

$$\varrho(z_0) = \varrho_{\text{göz}} + (\varrho_{\text{foly}} - \varrho_{\text{göz}}) \sqrt{\frac{a}{\pi}} \int_{z_0}^{\infty} e^{-az^2} dz. \quad (40)$$

7. Az ellipticitási együttható értéke.

A sűrűség értéke a (40) szerint az átmeneti rétegben ismeretes lévén, áttérhetünk az (1) integrálására.



1. ábra.

Az (1) egy rendkívül vékony átmeneti réteg feltételezése mellett vezethető le. Ezzel szemben a (40) asymptotikus átmenetet ad. Mivel azonban az a igen nagy (kb 10^{15} rendű), az átmenet igen gyors lesz. Az egész átmenet néhány $\mu\mu$ vastagságú rétegben folyik le. Nem követünk el tehát nagy hibát, ha

az átmenet ily gyors lefolyását figyelembevéve, annak csak hirtelen változó részével számolunk.

Átalakítjuk a (40)-et egy véges átmeneti réteg vastagságot (h -t) adó közelítő alakra. E célból helyettesítjük az $\int_z^\infty e^{-az^2} dz$ függvény görbáját (l. 1. ábra) ama törtvonallal, amely alá a 0 és ∞ között ugyanakkora terület esik, mint a görbe alá. Az 1. ábra szerint és a számításokat elvégezve, a felszíni réteg vastagsága

$$h = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{1}{a}}. \quad (41)$$

Innen a (38) szerint

$$h = r \cdot \frac{\vartheta^{1/2}}{\beta^{1/2}(1 - \vartheta - A)^{1/2}}, \quad (42)$$

ahol

$$\beta = \frac{a\pi}{16}. \quad (43)$$

A koordináta-rendszerünk kezdőpontját a $-z$ irányában $\frac{h}{2}$ -vel eltolva, a (40) közelítő alakja:

$$\varrho(z') = \varrho_{\text{gőz}} + (\varrho_{\text{foly}} - \varrho_{\text{gőz}}) \cdot \frac{z'}{h} \quad (44)$$

lesz.

A CLAUDIUS—MOSOTTI-törvény szerint:

$$\varepsilon = \frac{1 + 2m\varrho}{1 - m\varrho}, \quad (45)$$

hol m egy az anyagi minőségtől függő állandó, mely a folyadék és gőz átmenetben még *asszociáló* anyagoknál is (L. W. NERNST: Theor. Chemie 8-10. Auflage, p. 360.) állandó marad.

A (44), (45) alapján (1) integrálható.

A számításokat elvégezve:

$$\begin{aligned} \eta = & \frac{\pi}{\lambda} \cdot \frac{1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \left\{ \frac{1}{m(\varrho_2 - \varrho_1)} \right. \\ & \left(3 \log \frac{1 - m\varrho_1}{1 - m\varrho_2} + \frac{3}{4} \varepsilon_1 \varepsilon_2 \log \frac{1 + 2m\varrho_2}{1 + 2m\varrho_1} \right) \\ & \left. - (2 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \frac{1}{2} \varepsilon_1 \varepsilon_2) \right\} h, \end{aligned} \quad (46)$$

ahol

$$\begin{aligned} \varrho_2 &= \varrho_{\text{foly}}, \\ \varrho_1 &= \varrho_{\text{gőz}}. \end{aligned} \quad (47)$$

Az

$$\begin{aligned} F(\varepsilon_1, \varepsilon_2) &= \frac{\sqrt{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \left\{ \frac{1}{m(\varrho_2 - \varrho_1)} \right. \\ &\quad \left(3 \log \frac{1 - m\varrho_1}{1 - m\varrho_2} + \frac{3}{4} \varepsilon_1 \varepsilon_2 \log \frac{1 + 2m\varrho_2}{1 + 2m\varrho_1} \right) \\ &\quad \left. - (2 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \frac{1}{2} \varepsilon_1 \varepsilon_2) \right\} \end{aligned} \quad (48)$$

helyettesítéssel:

$$\eta = \frac{\pi}{\lambda} \cdot F(\varepsilon_1, \varepsilon_2) \cdot h, \quad (49)$$

és

$$h = \frac{\eta}{F(\varepsilon_1, \varepsilon_2)} \cdot \frac{\lambda}{\pi} \quad (50)$$

lesz.

A h értéke az (50) szerint az η észlelési adataiból kiszámítható és így a (42) érvényessége ellenőrizhető. A számításoknál, minthogy az észlelések fehér vagy sárga fénnel történtek, $\lambda = 600 \mu\mu$ -t használtam.

8. A mérési módszer.

A kísérleti berendezés lényegében megegyezett azzal, amelyet RYBÁR ISTVÁN használt. Fényforrás gyanánt egy ZEISS-féle kis vetítő ívlámpa (Z) szolgált (l. 2. ábra). A kondenzor (C), kördiafragma (D) és egy achromás lencse (L) segítségével közel párhuzamossá tett sugárnyaláb egy tetszésszerű síkba állítható (T) fémtükörről visszaverődve a (P) polározó nicolon keresztül a polározás szöglete alatt az (F) folyadékfelszínre esett. Az innen visszaverődött ellipsziszben poláros fény egy $\frac{1}{4} \lambda$ csillámlemezen keresztül az (A) analízáló nicolba jutott. A csillámlemez a visszaverődött ellipsziszben poláros fénynek lineár-polárossá való átalakítására szolgált. A mérés úgy történt, hogy megkerestem a polározó nicol ama két állását, amelyek mellett a visszaverődött fénynek a fáziskiegyenlítés utáni vektora a be-

esés síkjával $\pm 30^\circ$ szöget zárt be. Ha n' a polározó e két állása közötti szög íppercekben, akkor RAYLEIGH szerint

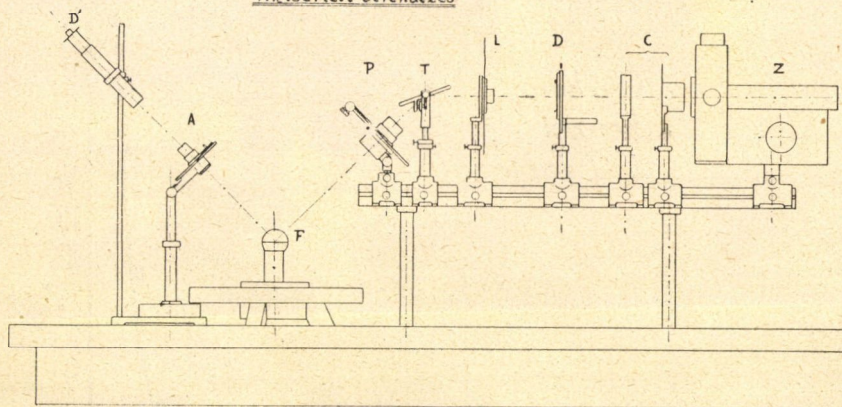
$$\eta = \pm \frac{\text{arc } n' \text{ tg } 30^\circ}{2}, \quad (51)$$

azaz

$$\eta = \pm 0.000083975 n'. \quad (52)$$

A II. és III. táblázatban szereplő η értékeket az (52) alatti számérték teljes felhasználásával nyerjük.

Akísérleti berendezés



2. ábra.

A méréseknél fellépő többféle hibaforrás kiküszöbölése céljából egy adat felvétele 80 leolvasást igényelt.

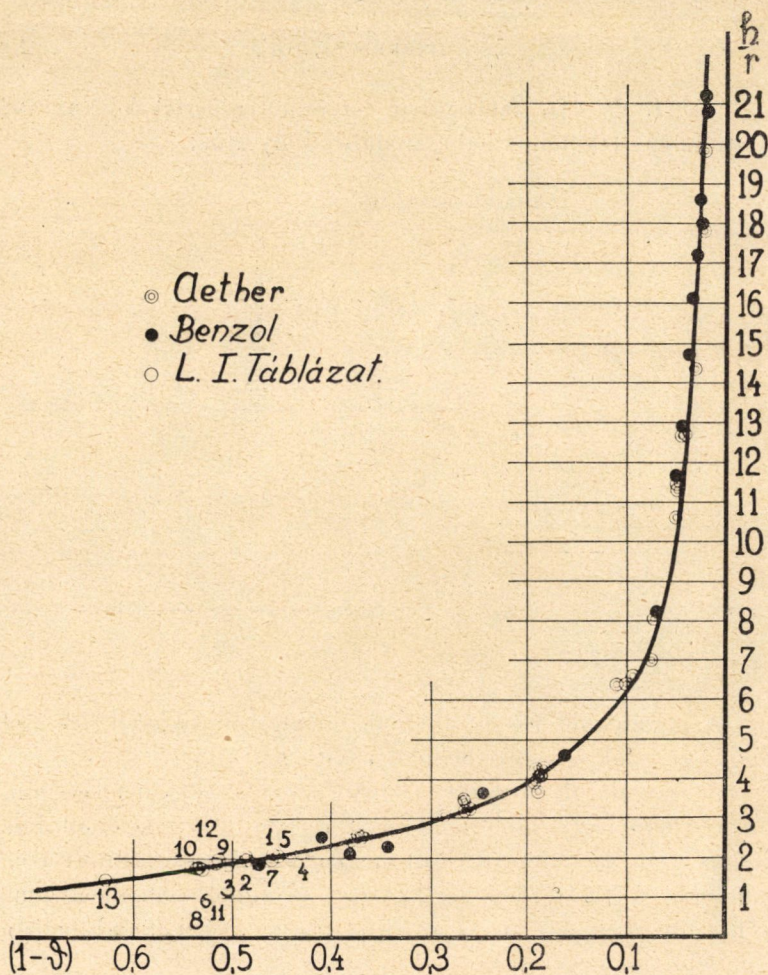
A vizsgálatok tárgyául szolgáló szerves vegyületeket mindig a lehető legtisztább alakban szereztem be s frakcionált destillálás után vacuum alatti forralás közben előre kitisztított üveg-gömbökbe forrasztottam be. Egy-egy anyagból több ilyen gömb is készült, melyekre nézve az ellipticitási együttható a hibahatáron belül jól egyezett:

$$\text{Aethylenbromid} \begin{cases} \text{vacuum dest.: } \eta = 0.00132 \\ \text{atmosph. dest.: } \eta = 0.001315 \end{cases}$$

$$\text{Monochlorbenzol} \begin{cases} 1. \text{ fract.} & \eta = 0.00130 \\ 2. \text{ fract.} & \eta = 0.00131. \end{cases}$$

9. Kísérleti eredmények.

Mivel a hőmérsékleti összefüggés RYBÁR táblázatai szerint (I. II. és III. tábla) teljesen világos; saját vizsgálataim főként



3. ábra.

szobahőmérsékleten történtek s arra igyekeztem világot vetni, hogy az ellipticitási együttható miképpen függ az anyagok mo-

I. sz. táblázat. (Szerző saját mérései.)

Anyag	Tab _s	δ	η kis.	η szám ^{**}	$\frac{h}{r}$	β	β/d
Chloroform	289	0,540	0,00122	0,00123	2,12	0,270	0,134
Széntetrachlorid	285	514	125	126	1,97	283	134
Aethylenbromid	289	496	132	135	1,85	298	139
	372	637	143	*	*	*	*
Methylacetat	286	569	098	103	2,12	305	145
Aethylacetat	287	546	105	105	2,06	293	132
Pyridin	291	471	113	117	1,71	314	141
	368	595	148	*	*	*	*
Propylacetat	295	539	110	113	1,98	308	138
Monochlorbenzol	295	465	131	131	1,75	294	132
	373	589	143	*	*	*	*
Toluol	290	487	136	133	1,92	268	128
	370	622	143	*	*	*	*
Anisol	295	460	131	124	1,78	280	119
	378	588	143	*	*	*	*
Amylacetat	290	484	120	115	1,89	270	121
Xylol	289	468	133	132	1,77	287	131
Chinolin	296	371	132	128	1,41	305	126
	367	461	148	*	*	*	*
	401	505	152	*	*	*	*
Aceton	283	556	101	105	2,26	255	142
Amylalcóhol	292	470	130	131	2,25	180	134
	383	616	148	*	*	*	*
	373	600	139	*	*	*	*
Anilin	290	414	160	154	2,01	181	122
	373	534	155	*	*	*	*
Nitrobenzol	287	?	100	?	1,25	?	?
Benzaldehyd	290	?	115	?	1,58	?	?
	377	?	130	?	*	?	?
Bromnaphthalin	285	?	151	?	1,45	?	?

* Az ϵ_1 és ϵ_2 adatok hiányában nem volt kiszámítható.** $\beta/d = 0,132$ -vel számítva.

II. sz. táblázat.

Aethylaether.

(Rybár István η adatai.) $T_K = 464^\circ \text{ abs.}$

(t° cels.)	δ	η	$\frac{h}{r}$	β
16,7	0,622	0,00122	2,46	0,285
20,1	628	129	2,63	256
20,7	630	124	2,53	270
25,7	640	126	2,59	277
49,7	714	143	3,045	287
69,3	735	154	3,4	256
69,5	735	145	3,21	286
68,8	734	160	3,52	239
69,0	735	145	3,21	287
73	741	148	3,28	285
103,8	808	166	3,95	297
104,9	810	178	4,32	251
106,1	812	173	4,21	267
106,2	812	152	3,71	340
106,3	812	168	4,10	284
106,9	814	169	4,14	282
107,3	815	176	4,29	264
107,5	815	170	4,12	287
146,6	899	231	6,62	244
149	904	230	6,68	256
157,6	925	229	7,00	325
159,4	927	260	8,05	256
171,3	950	310	10,6	256
173,4	955	365	12,65	213
175,7	960	355	12,7	258
179,3	970	377	14,35	360
183,1	978	433	17,8	
183,4	979	472	19,8	
186,3	984	516	23,5	
186,3	984	595	26,9	

$\beta_K = 0,273$; $d = 2,17$; $\frac{\beta_K}{d} = 0,126$.
 $\Delta = 0,017$.

III. sz. táblázat.

Benzol.

Rybár István η adatai. $T_K = 565^\circ \text{ abs.}$

t° (cels.)	δ	η	$\frac{h}{r}$	β
17,3	0,514	0,00139	2,05	0,261
19,7	520	122	1,88	316
23,7	526	122	1,815	350
50,0	591	139	2,54	235
76,6	620	146	2,11	385
86,8	638	156	2,3	348
152,6	755	206	3,66	246
198,4	838	233	4,6	273
251,6	930	324	8,22	260
263	950	411	11,65	213
263,5	951	396	11,29	233
264,1	953	396	11,45	243
264,9	955	437	12,9	205
269,8	963	470	14,7	223
272,6	966	492	16,1	268
275,5	971	493	17,2	300
276,8	974	518	18,6	350
278,0	976	490	18,0	
279,6	980	553	21,2	
280,6	981	505	20,8	
284,5	985	637	31	
286	990	644	41	

$$\beta_K = 0,283; \quad d = 2,104; \quad \frac{\beta_K}{d} = 0,134.$$

$$\Delta = 0,017.$$

lekulasúlyától és törésmutatójától. Vizsgálataim eredményét az I. táblázatban közlöm.

A LANDOLT—BÖRNSTEIN: Physikalisch-Chemische Tabellen (Berlin 1912 IV. Aufl.) idevonatkozó adatai alapján kiszámítottam az $F(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ és az r értékeit. Az (50) szerint az γ -ból meghatározva a h értékét, kiszámítottam a $\frac{h}{r}$ -et. Ez a szobahőmérsékleten átlagosan 2-vel egyenlő.

Ugyancsak RYBÁR táblázataiból¹ SIDNEY YOUNG² sűrűségi adatait felhasználva, *aethylaether* és *benzol* esetében szintén meghatároztam a h , illetőleg a $\frac{h}{r}$ értékét.

A $\frac{h}{r}$ így nyert értékeit (természetesen csak a nem asszociáló anyagokra vonatkozókat) a ϑ szerint koordináta-rendszerbe raktam fel s azt találtam, hogy a különböző anyagok adatainak megfelelő pontok a hibahatáron belül *egy* görbéhez tartoznak, mint az az előző elméletből várható. E görbét megrajzolva azt találtam, hogy annak egyenlete jól egyezik a (42) szerinti $\frac{h}{r}$ -rel, ha oda a $\Delta = 0.017$ és $\beta = 0.283$ adatokat helyettesítjük (l. 3. ábra). Természetesen a kritikus temperatura közelében sem az Eötvös-törvény, sem a (42), illetőleg az ebből alakított

$$\frac{h}{r} = \frac{\vartheta^{1/2}}{0.283^{1/2} (1 - \vartheta - 0.017)^{1/2}} \quad (53)$$

tapasztalati formula nem egyezik a tapasztalattal.

A $\Delta = 0.017$ érték mellett a táblázatokban kiszámítottam a β , illetőleg a $\frac{\beta}{d}$ értékeit.

Az utóbbi a (43) és (36) szerint

$$\frac{\beta}{d} = \frac{2\pi^3 c^2}{16k}, \quad (54)$$

tehát az anyagi minőségtől (asszociáció esetén is!) teljesen független, amint az a tapasztalattal jó egyezésben áll. Ugyanis a

¹ RYBÁR I.: L. c.

² SIDNEY YOUNG: Dublin Proc. 12 374. 1910.

$\frac{\beta}{d}$ értéke a 0,132 középértéktől maximumban 9,5 %-ot tér el, ami pedig figyelembevételre azt, hogy a $\frac{\beta}{d}$ % hibája az γ %-os hibájának kétszerese, egyáltalában nem nagy hiba.

A $\frac{\beta}{d} = 0,132$ középértékkel a c állandót kiszámítva, azt találjuk, hogy az $2,16 \cdot 10^{-9}$ -el egyenlő, tehát nagyságrendre meg-egyezik a közelítő számítással találttal ($3,33 \cdot 10^{-9}$).

A tapasztalati eredményekkel való összehasonlítás ezek szerint azt mutatja, hogy az előző elmélet elfogadható eredményekre vezet.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 május 23-án tartott üléséből.)

DER KONTINUIERLICHE ÜBERGANG ZWISCHEN FLÜSSIGKEIT UND DAMPF, UND DER ELLIPTIZI- TÄTSKOEFFIZIENT DER LICHTREFLEXION.

VON ISTVÁN VON LADOMÉRI SZMERTNIK.

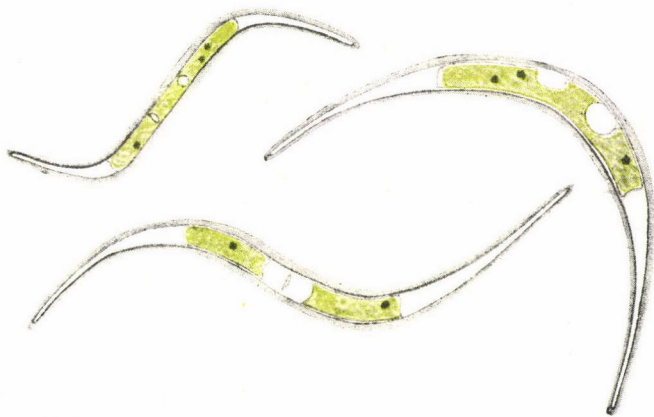
Verfasser leitet auf Grund der statistischen Mechanik mit Hilfe der Hypothese, daß die Moleküle der Flüssigkeit schwingen, eine Formel inbezug auf die Dichteverteilung in der Oberflächenschicht ab. Mit Hilfe der annähernden Form dieser Dichtefunktion wird die den Elliptizitätskoeffizienten der Lichtreflexion darstellende Formel (1) von A. C. VAN RYN VAN ALKEMADE und DRUDE integriert (46). Aus den experimentellen Werten des Elliptizitätskoeffizienten Prof. RYBÁR's und des Verfassers werden die Werte der Oberflächenschichtdicke (h) mit Hilfe der Gleichung (47) berechnet. Auch wird auf theoretischem Wege eine Formel für h abgeleitet (42). Aus dieser Formel und den experimentellen h Werten ist ersichtlich, daß h auf die mittlere Moleküldentfernung bezogen, durch die Gleichung:

$$\frac{h}{r} = \frac{\vartheta^{1/2}}{(0,132 \, d)^{1/2} (1 - \vartheta - \Delta)^{1/2}}$$

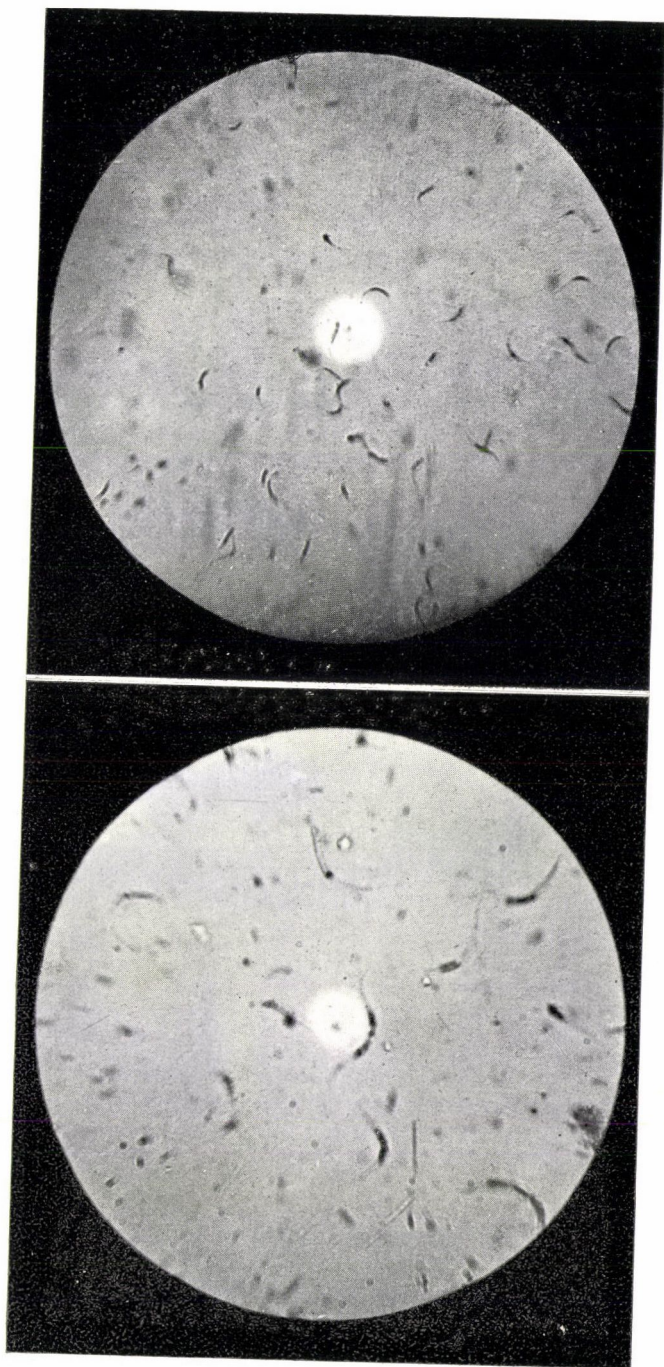
darstellbar ist, wobei 0,132 eine empirische, durch die Theorie auf Größenordnung angegebene universelle Konstante, d die Eötvös'sche Kapillarkonstante, ϑ die *van der Waals'sche* korrespondierende Temperatur, Δ die RAMSAY-SCHIELD'sche Korrekturtemperatur, dividiert durch die kritische Temperatur, darstellt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der ungarischen Akademie vom
23. Mai 1927.)

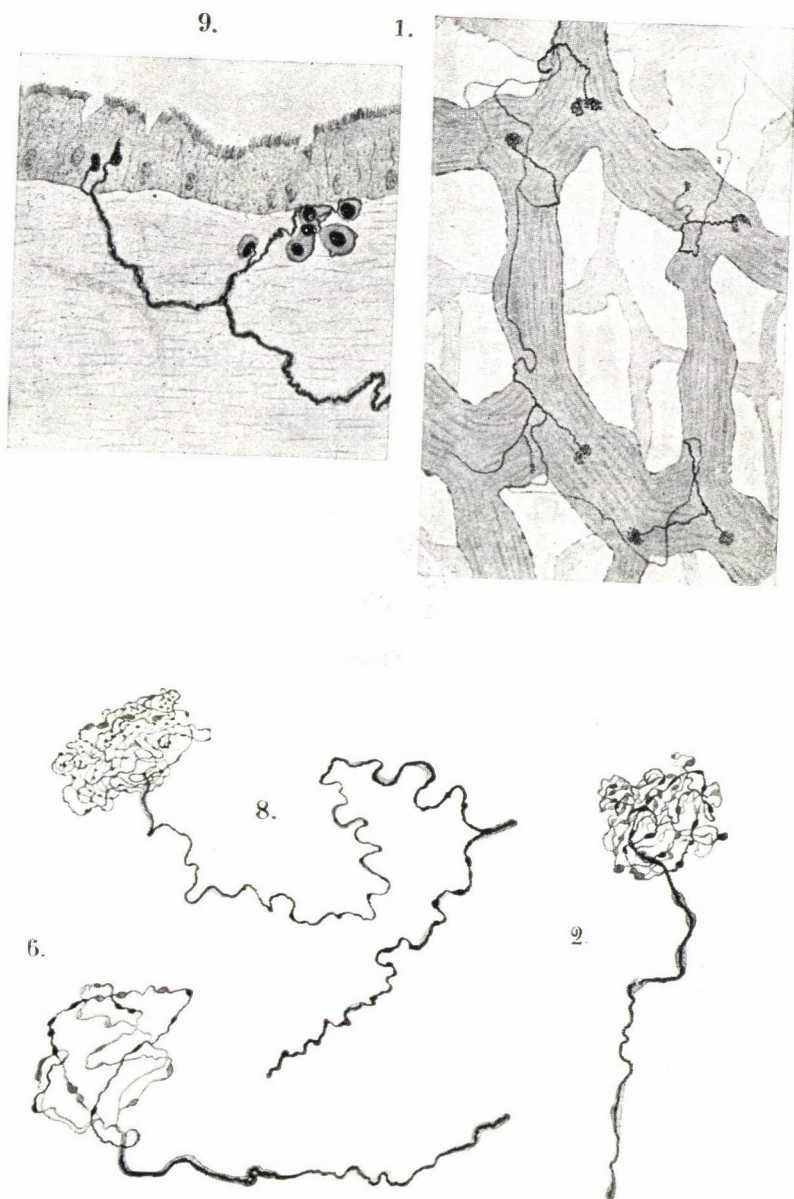
Győrfly István : A Magas-Tátra zöldszínű haváról.

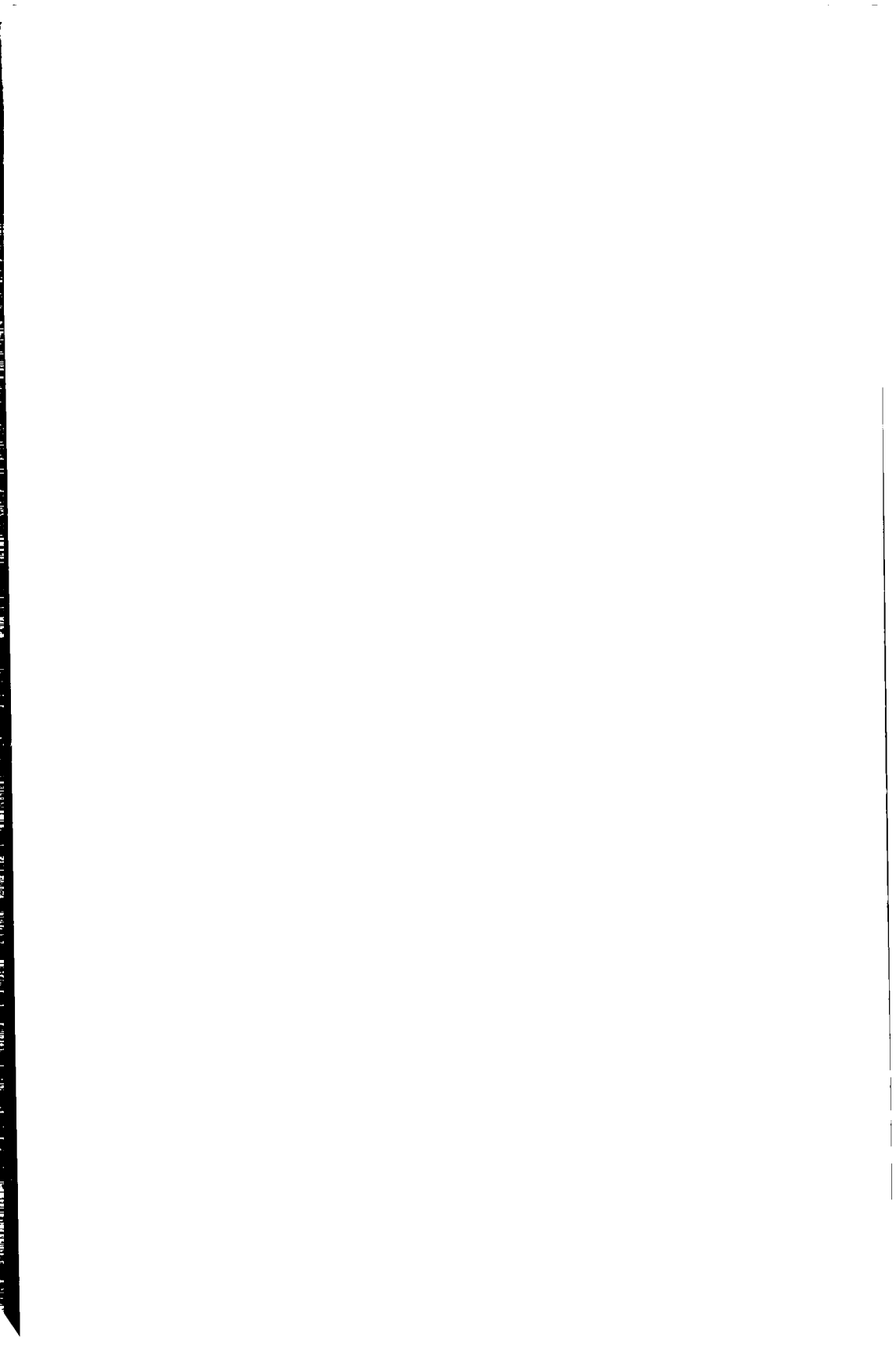


Győrffy István : A Magas-Tátra zöldszínű haváról.



Ábrahám Ambrus: A gyíktüdő idegvégződése.





Ábrahám Ambrus: A gyiktüdő idegvégződéseir.

